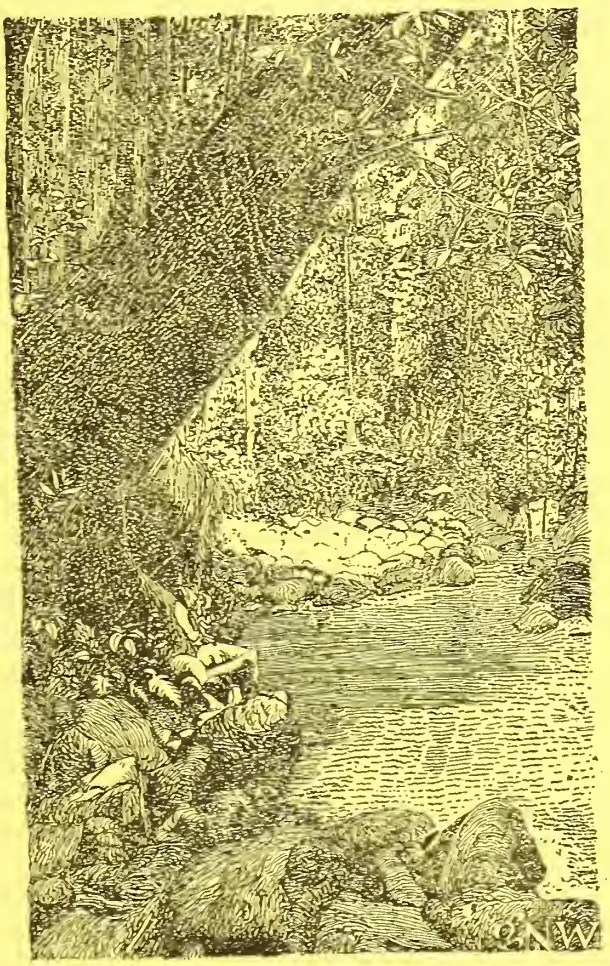
Historic, archived document

Do not assume content reflects current scientific knowledge, policies, or practices.

The Caribbean Forester

LIBRARY
CURRENT SERIAL RECORD
JUL 13 1951



U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE
FOREST SERVICE

TROPICAL FOREST EXPERIMENT STATION
RIO PIEDRAS, PUERTO RICO

VOLUME 12, NUMBER 1

JANUARY, 1951

Caribbean Forester

El "Caribbean Forester", revista que el Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos comenzó a publicar trimestralmente en julio de 1938 es de distribución gratuita y está dedicada a encauzar la mejor ordenación de los recursos forestales de la región del Caribe. Su propósito es estrechar las relaciones que existen entre los científicos interesados en la Ciencia Forestal y ciencias afines encarándoles con los problemas confrontados, las políticas forestales vigentes y el trabajo que se viene haciendo para lograr ese objetivo técnico.

Se solicitan aportaciones de no más de 20 páginas mecanografiadas. Deben ser sometidas en el lenguaje vernáculo del autor, con el título o posición que éste ocupa. Es imprescindible incluir un resumen conciso del estudio efectuado. Los artículos deben ser dirigidos al "Director, Tropical Forest Experiment Station, Río Piedras, Puerto Rico".

Las opiniones expresadas por los autores de los artículos que aparecen en esta revista no coinciden necesariamente con las del Servicio Forestal. Se permite la reproducción de los artículos siempre que se indique su procedencia.

●

The "Caribbean Forester", published since July 1938 by the Forest Service, U. S. Department of Agriculture, is a free quarterly journal devoted to the encouragement of improved management of the forest resources of the Caribbean region by keeping students of forestry and allied sciences in touch with the specific problems faced, the policies in effect, and the work being done toward this end throughout the region.

Contributions of not more than 20 typewritten pages in length are solicited. They should be submitted in the author's native tongue, and should include the author's title or position and a short summary. Papers should be sent to the Director, Tropical Forest Experiment Station, Rio Piedras, Puerto Rico.

Opinions expressed in this journal are not necessarily those of the Forest Service. Any article published may be reproduced provided that reference is made to the original source.

●

Le "Caribbean Forester", qui a été publié depuis Julliet 1938 par le Service Forestier du Département de l'Agriculture des Etats-Unis, est une revue trimestrielle gratuite, dédiée à encourager l'aménagement rationnel des forêts de la région caraibe. Son but est d'entretenir des relations scientifiques entre ceux qui s'intéressent aux Sciences Forestières, ses problèmes et ses méthodes les plus récentes, ainsi qu'aux travaux effectués pour réaliser cet objectif d'amélioration technique.

On accepte voluntiers des contributions ne dépassant pas 20 pages dactilographiées. Elles doivent être écrites dans la langue maternelle de l'auteur qui voudra bien préciser son titre ou sa position professionnelle et en les accompagnant d'un résumé de l'étude. Les articles doivent être addressés au Director, Tropical Forest Experiment Station, Río Piedras, Puerto Rico.

La revue laisse aux auteurs la responsibilité de leurs articles. La reproduction est permise si l'on précise l'origine.

"The printing of this publication has been approved by the Director of the Bureau of the Budget (August 17, 1950)".

Vol 12. No. 1 January 1951

The Caribbean Forester

Contents
Sumario

ELEVENTH ANNUAL REPORT 1

Tropical Forest Experiment Station, Puerto Rico

UNDECIMO INFORME ANUAL 17

Estación de Experimentación Forestal Tropical, Puerto Rico

RESEÑAS BIBLIOGRAFICAS 35

EXPLOTACIONES FORESTALES EN EL SURESTE DE MEXICO 37

Mario Avila Hernández, México

FOREST UTILIZATION IN SOUTHEASTERN MEXICO 42

Mario Avila Hernández, México

Eleventh Annual Report

TROPICAL FOREST EXPERIMENT STATION

Tropical Region
Forest Service

The progress of the Tropical Forest Experiment Station during 1950 was along three broad fronts: inter-American forestry development, forest management research, and related forestry education. This report presents the most important accomplishments and results of work done in these three fields.

Internationally, the Station was more influential and became better known because of participation in four inter-American conferences. The staff had an opportunity to study forests and forestry in the Virgin Islands, Trinidad, Uruguay, and Chile. The number of foreign visitors increased and two Latin American agronomists were trained for several months. The international journal of the Station was improved in format and carried articles of international significance.

Progress in research was marked by the analysis of a growing fund of data on tree and stand growth. Results presented here concern 40 permanent growth plots scattered throughout the island. Fourteen new plots were established.

Increased emphasis was placed upon education of the public in Puerto Rico as to the forest situation, how it might be improved, and the role of research in the solution of forest problems.

INTER-AMERICAN FORESTRY DEVELOPMENT

The recognition of Puerto Rico by the Department of State as a logical center for training of Latin American technicians under the Technical Assistance program has placed the Station in line for an expanded forestry training program. The Station trained six Latin American students in previous years and two, one from Cuba and one from Venezuela, during 1950. These trainees held scholarships granted by the Office of Inter-American Affairs or the U. S. Department of Agriculture and received from 3 to 6 months of training and experience in Puerto Rico. Several students have already applied for scholarships in forestry through the Technical Assistance program.

The Director and the Division Chief were members of the Delegation of the United States at the Fourth Inter-American Conference on Agriculture and the Food and Agriculture Organization Latin American Regional Conference, both held at Montevideo, Uruguay in December. Virtually all Latin American countries were represented. The Director represented the Caribbean Commission also at these conferences. The Station served on commissions concerned with forests and forest land problems, and assisted in the framing of resolutions concerning them. The published proceedings have not yet been released.

The Director and the Division Chief served as advisors to the Delegation of the United States at the Third Session of the Latin American Forestry and Forest Products Commission of the Food and Agriculture Organization. The Station participated in the discussion of and assisted in the preparation of resolutions concerning forest research in Latin America. The report of this conference has not been published.

The staff participated in the Caribbean Soils Conference of the Caribbean Commission held in Río Piedras in March. Most Caribbean countries were represented. The staff presented a paper on forest soils and served on resolution committees.

The Division Chief spent three days in Trinidad in November studying silvicultural and regeneration techniques under conditions similar to those in Puerto Rico. Some of the very good work done there in encouraging natural regeneration and in plantation management deserves trial in Puerto Rico.

At the request of the Soil Conservation Service of the U. S. Department of Agriculture a staff member was sent to the Virgin Islands of the United States to study forestry problems and to suggest practices which might be recommended to farmers. A 5-day trip was made to the three main islands. Recommendations concern chiefly the interplanting of Dominican mahogany (*Swietenia mahagoni* Jacq.) in secondary forest and the thinning of an established young stand of the same species.

The Station was visited by 17 foreign professional workers in forestry or allied fields from Cuba, Guadalupe, Barbados, Trinidad, Curacao, Mexico, Costa Rica, and Venezuela. These men all stayed from two day to a week or more to see the forestry work in progress here.

The Caribbean Forester, the bilingual technical journal of the Station, was issued in printed form for the first time in 1950. Three numbers were issued, and the fourth is in press. Five articles of international significance were published in English and Spanish, all by the Station staff. Included were a 10-year summary of the work of the Station together with the annual report for 1949 and a group of forestry terms and definitions in Spanish and English. The mailing list of this journal includes 546 names, of which 283 are foreign to the United States and Puerto Rico.

Publication of 132 more forestry terms as a part of the Spanish-English glossary project brings to 532 the total number which have appeared to date. The glossary is designed to assist mutual understanding between English-speaking and Spanish-speaking foresters. At the end of the year an additional 104 terms had been defined. The collection into a single publication of all terms published to date plus a number of terms not yet defined is contemplated for the near future.

RESEARCH ACTIVITIES IN PUERTO RICO

The primary research activities of the Station in Puerto Rico were investigations in forest management and the educational work related thereto. Certain events took place which are of overall significance to the research work. These are described briefly prior to the presentation of project results.

Project emphasis was modified somewhat during 1950 by a three-month visit of Dr. Elbert L. Little Jr., Dendrologist from the Washington Office of the Forest Service. Dr. Little collected herbarium specimens and made field notes regarding most of the trees of Puerto Rico. The objective of this work is early publication, jointly with the Station, of complete descriptions of the trees of Puerto Rico for both popular and scientific use.

A new avenue of research, and one which promises to be important, was explored. The cultivation of coffee beneath tree shade has provided forest protection to the most erodable 10 percent of Puerto Rico for some 200 years. Various factors have contributed recently to the decline of the coffee industry, the abandonment of some plantations, and the clearing of steep slopes. No other crop which can be produced continuously in the coffee area is known to be more economic than coffee. A likely alternative to coffee production is deforestation, destructive cultivation, erosion, reservoir sedimentation, and finally public acquisition and costly rehabilitation of the degraded land through forestry. The Insular and Federal governments are attempting to encourage continued cultivation of coffee. One approach is the development through research of better cropping practices. Since coffee shade tree management is a form of silviculture, forest research techniques are

appropriate for improvement of this phase of coffee culture. The Station arranged a 3-day conference of all agencies concerned with coffee to discuss needed research. Among others, the following aspects, which call for forest research, were recommended for study:

1. The optimum spacing of coffee shade trees.
2. The best tree species for coffee shade.
3. Conversion of abandoned coffee plantations into productive forest.
4. Coffee shade management practices (regeneration, thinning, pruning, rotation).
5. The nitrogen contribution of leguminous shade trees.
6. The value of windbreaks in coffee plantations.

A staff member served as chairman of an inter-agency committee of the Department of Agriculture and Commerce studying the severely eroded and densely populated watershed above the Caonillas reservoir. The need for forest protection of parts of the area is so great that local studies of artificial regeneration may be called for in the near future.

Library facilities at the Station have improved during the year. A total of 492 books, periodicals and pamphlets were acquired. At present 101 periodicals are being received, of which 88 are in exchange for The Caribbean Forester. The library inventory made at the end of the year showed 6,200 volumes. These all directly or indirectly concern tropical forestry and are supplemented by the much larger agricultural library of the adjacent Agricultural Experiment Station of the University of Puerto Rico. An accumulation of indexing and cataloguing work was reduced by the typing and filing of 3,750 index cards.

INVESTIGATIONS

Investigative work constitutes the central core of the Station's activities. Studies are in progress throughout the island on private forest lands as well as public. Experimental installations of a permanent nature (plantations, growth plots) are located throughout the 80,000 acres of the National and Insular Forest systems. The greatest concentration of work is in the three experimental forests at Cambalache, St. Just, and Río Piedras.

The experimental forests contribute directly to the community. Dead material is made available to nearby residents without charge. Living trees which should be removed are sold to the same people. From 470 acres at Cambalache 102 families removed 5,986 bundles of dry fuelwood equivalent to about 107 cords. In addition, living material disposed of through 16 timber sales included 4,742 posts, valued at $270 on the stump. From 10 acres at St. Just 23 families removed 1,292 bundles of fuelwood from thinnings, equivalent to about 13 cords. An additional 775 fence posts were used administratively. No timber was removed from the Río Piedras woodlot.

The staff of the Station is small, and much of the experimental work accomplished would not have been possible without the assistance and cooperation of other public agencies. The most important of these are the Insular Forest Service, the University of Puerto Rico Agricultural Experiment Station at Río Piedras, and the Federal Agricultural Experiment Station at Mayaguez.

A problem analysis made in 1948 set up several objectives toward which research should be directed (1). Of those objectives the following have received most attention.

1. Determination of the extent and nature of the forests of Puerto Rico.
2. Determination of the present and potential contribution of local forests to Puerto Rico.
3. Determination of practical methods of increasing forest land productivity.
4. Determination of practical methods of increasing the utility and service life of wood.

The results of experimental work under these headings are here described.

THE EXTENT AND NATURE OF THE FORESTS

Determination of the extent and nature of the forests of Puerto Rico, as a basis for further research, is largely a matter of description. One activity of the Station directed toward this objective has been technical guidance in the conduct and analysis of an inventory of forest resources of the island in progress by the Insular Forest Service. Also a series of descriptive studies were begun in little-disturbed forests to determine structure, composition, tree form, and volume in naturally developed stands. Natural tree form was also under study.

Study of Forest Types Begun

The preparation of a reliable map and description of the climax forest types of Puerto Rico has long been needed as a guide to land use, because classification, and silvicultural practice. The task is difficult because most of Puerto Rico's forests have been destroyed or modified. Past descriptions of climax types in Puerto Rico have all been very general. A more complete description is needed, using recently developed techniques and probably Beard's type classification. Work toward this objective was begun during the year with the location and sampling of virgin or virtually undisturbed vegetation wherever available. Types sampled so far are: (1) lower montane rain forest in the eastern and central mountains, (2) montane thicket in the eastern, central and western mountains, (3) palm brake in the eastern mountains, (4) elfin woodland in the eastern, central, and western mountains, (5) seasonal forest on the northern limestone hills, and (6) swamp forest (*Pterocarpus*) on the west coast. Three additional forests of value for this study have been located on the north coast, two of seasonal forest and one of littoral forest. Aerial photographs will be used to assist in the location of additional areas.

Climax Limestone Hill Forest is Well Developed

The shallow soils limestone hills of the north coast generally support short dense secondary forest with few trees of large diameter (see p. 6). The trees are growing more slowly on the tops of these hills than at their bases (see p. 5). These observations led to the belief that the upper slopes of these hills might never have supported large timber and that therefore such timber should not be the object of silviculture. A tract of near-virgin forest surveyed during the past year shows that the climax forest on these hills was tall and contained some sawtimber. A transect through this forest comprising about a half-acre sample showed basal area to range from 78 to 180 square feet per acre. Trees range up to 50 feet in height, and some have 30 feet of clear straight bole. Under this forest is a highly organic soil layer which is deeper than that beneath secondary stands. Apparently the stands seen today on these hills are much inferior to the virgin forest. Gradual soil reconstruction appears to be a prerequisite to reformation of such stands.

Indicator Species Found for Two Types

Lower montane rain forest (tabonuco type) and montane thicket forest (colorado type) in the Luquillo Mountains are distinct in productivity and in structure. Partial cuttings tend to obscure these differences, particularly where the transition is gradual. For various purposes, including a land use survey in progress throughout the island, it is desirable that field recognition of the two types be simplified. An analysis of 40 quarter-acre plots in virgin stands within each type was made to determine which tree species might serve as indicators for the two types. The DFD index (2), reflecting density (number of individuals of each

species per unit of area), frequency (number of plots in which species occurs), and dominance (percentage of total basal area represented by the species) was used. Of 20 prominent species tested 11 show promise as indicators, as shown in Table 1.

Table 1.—DFD indexes for 11 species of the Luquillo Mountains

Species	DFD index*	
	Rain forest	Montane thicket
Alchorneopsis portoricensis Urban.	53	3
Cecropia peltata L.	109	58
Cyrilla racemiflora L.	34	124
Dacryodes excelsa Vahl.	130	30
Didymopanax morototoni (Aubl.) Donc.	72	33
Inga laurina (Sw.) Willd.	74	26
Inga vera Willd.	46	3
Micropholis chysophylloides Pierre	12	86
Micropholis garcinifolia Pierre.	83	121
Ocotea spathulata Mez.	47	83
Sloanea berteriana Choisy	89	34

*Type indicated underlined

Basal Area and Volume Closely Related in Luquillo Mountain Forests

The determination of the basal area of a stand is generally simpler than volume measurement. If these two measures were related it might therefore be helpful to use basal area for rapid approximation of stand volumes. A test of this relationship in virgin stands of the lower montane rain forest (tabonuco type) and the montane thicket (colorado type) of the Luquillo mountains showed the validity of this relationship in this area. The correlation coefficients for basal area and total volume for 80 quarter-acre plots in the tabonuco type and 30 plots in the colorado type were +0.94 for each type. A brief tabulation of the data appears in last year's report.

Variability of Basal Area Correlated With that for Mature Volume

Intensity of sampling required to determine the volume available for cutting with a prescribed degree of accuracy depends upon the coefficient of variation. The coefficient must usually be determined by taking a preliminary sample. The approximation of this coefficient in the Luquillo Mountains was found possible by simple measurements of basal area. The relationship of the coefficient of variation of total basal area to that of volume available for cutting is seen in Table 2. The correlation coefficients of these two were found to be +0.74 for rain forest forest (tabonuco type) and +.96 in montane thicket (colorado type). A quick approximation of the coefficient of variation of volume available for cutting can be made by determining that for basal area and multiplying by 2.0 in the rain forest and by 1.7 in the montane thicket. Table 2 also shows that variation within the montane thicket is somewhat less than in the rain forest.

Tree Taper in Luquillo Forest Determined

Information as to the natural taper of poles and logs is of value in estimating volumes. A table was prepared for the lower montane rain forest (tabonuco type) of the Luquillo Mountains, based upon 293 poles and logs of 50 species. The table was constructed by the least-squares method, using the formula: Taper (inches per lineal foot) = 0.0096193 small d.o.b. (inches) + 0.099846. Length was found of no significance to taper within the range of the data. The equation explains only 24 percent of the variation but is highly significant. Variation due to differences in species is considerable but the use of individual tables for each species is impractical. The aggregate difference was —0.052 and the average deviation, 54.2 percent. The table, in brief form, appears as Table 3.

Table 2.—**Coefficients of variation of basal area and volume to cut, Luquillo Mountains**

Working circle	Number of 1/4-acre plots		Coefficient of variation*	
			Total basal area	Volume to cut
		Rain Forest		
Espíritu Santo	92		0.61	1.35
Cubuy	56		0.55	1.35
Cacique	98		0.72	1.25
Jiménez	64		0.43	0.76
Ciénaga Alta	97		0.68	1.27
Hicaco	96		0.57	0.98
Cristal	78		0.79	1.40
La Mina	108		0.63	1.23
Total	689	Means	0.62	1.20
		Montane Thicket		
Espíritu Santo	39		0.46	0.73
Cubuy	21		0.90	1.43
Cacique	27		0.50	0.98
Jimenez	19		0.45	0.68
Ciénaga Alta	22		0.30	0.57
Hicaco	48		0.59	0.94
Total	176	Means	0.53	0.89

* For the stand above 1.6 inches d.b.h.

Table 3.—**Taper in trees of lower rain forest**

Small diameter outside bark	Taper
Inches	Inches per foot
4	0.14
8	0.18
12	0.22
16	0.25
20	0.29
24	0.33
30	0.39

Stemwood and Total Heights and Volumes Related

The relationship between height and volume of straight stemwood and that for the entire tree provides an indication of the maximum proportion of the entire yield which may produce sawtimber or poles and posts and of the minimum proportion of branch-wood which could be relied upon under management for fuel and possibly for industrial uses. These relationships undoubtedly vary widely with the species and the character of the stand. One stable point of reference, however, is the mean for a virgin stand. A study of 405 trees within virgin lower montane rain forest (tabonuco type) showed this relationship to be as in Table 4. The percentage of total height which is straight stemwood does not change with diameter, whereas that for volume in stemwood decreases slightly with an increase in diameter. Applying these percentages to a virgin stand table showed the stand to be 67 percent straight stemwood.

THE PRESENT AND POTENTIAL CONTRIBUTION OF THE FORESTS

Determination of the contribution of the forests in Puerto Rico has been begun by studies of the grouth of individual trees in unmanaged and managed stands under varied conditions throughout the island. With the accumulation of more data results are being expressed in terms of volume per unit of area.

Growth Studies Expanded

A large number of small permanent growth plots are the source of many of the findings presented here. In the absence of growth rings periodic remeasurement of numbered trees in such plots is the only satisfactory method of determining tree growth. Fourteen additional quarter-acre plots were established during the year to provide information on tree growth as related to species, sites, or stand conditions not yet under study, as follows: (1) pure capá blanco (*Petitia domingensis* Jacq.) plantation in rain forest zone, (2) pure capá blanco plantation in northern limestone region, (3) pure Dominican mahogany (*Swietenia mahagoni* Jacq.) plantation in southern foothills, (4) pure Dominican mahogany plantation in the western mountains, (5) secondary seasonal forest (unimproved) on hilltops and upper and lower slopes in the northern limestone region, (6) improved seasonal forest in the northern limestone region, and (7) improved montane thicket forest in the central mountains. Analyses have been made as to the composition and density of these plots at the time of the first measurement.

Micro-environment Significant to Tree Growth in Limestone Region

The limestone hills of the north and south coast form an extensive area which because of shallow soils is best suited for forest. The first indications of tree growth in the mixed young secondary stands which clothe most of these hills appear in the 3-year remeasurement of about 5,000 trees on a 30-acre hill within the Cambalache Experimental Forest on the north coast.

Analysis of 229 comparable codominant trees (the most prominent crown class in the stand) showed that average growth on the west facing slope (leeward) was nearly 100 percent more rapid than that on the east slope (windward). This difference was highly significant statistically and apparently reflects the greater evaporation on the exposed slope. The existence of this relationship between the slopes was also found for

Table 4.—**Stemwood and total heights and volumes in lower montane rain forest**

DBH	Average height			Average cubic volume		
	Straight stemwood	Total	Percent stemwood	Straight stemwood	Total	Percent stemwood
Inches	Feet	Feet	%	Cu. ft.	Cu. ft.	%
4	16	36	44	1.1	1.4	76
8	19	40	48	5.0	7.3	69
12	21	41	49	12.9	18.0	72
16	22	47	47	23.4	36.4	64
20	24	50	48	40.8	62.1	66
24	25	54	46	60.3	95.2	63
36	27	61	44	150.0	254.0	59

a single prominent species, uvilla (*Coccolobis laurifolia* Jacq.).

The relative diameter growth rates of 200 codominant trees in each of four distinct topographic positions, considering the most rapid as 100, are seen in Table 5. The differences in growth rates between the top and bottom were statistically significant on both aspects. Aspect alone was not responsible here for significant differences, however, since at the top both sides were quite exposed and at the bottom both were well protected. These data are based upon only a short period of growth and must be strengthened in the future. They do indicate, however, the greater productivity of the lower slopes, particularly on the west aspect.

Table 5.—**The relationship between tree growth and topography from 1947 to 1950 on Hill 34, Cambalache Experimental Forest.**

Topographic position		Diameter growth rate index
Part of slope	Aspect	
Bottom	West	100
Bottom	East	81
Top	West	55
Top	East	52

For comparison of growth by species, trees of less than 8 inches d.b.h. in the codominant crown class, were selected. Mean growth was determined from data for 212 trees including all species. The growth of individual species was then compared with the mean, using up to 100 trees of each species. Of the 15 most prominent species only 3 were growing at a rate so different from the mean as to be highly significant statistically. These species, almácigo (*Bursera simaruba* (L.) Sarg.), moca (*Andira jamaicensis* (W. Wright Urban), and yagrumo hembra (*Cecropia peltata* L.) were all growing slower than the mean. The slow growth of moca has been found elsewhere, but the slow growth of almácigo and yagrumo hembra was unexpected. The almácigo is not generally vigorous in appearance, and, being an intolerant tree, it may be disappearing from much of the area, since the forest is becoming denser. The slow growth of yagrumo hembra, normally a rapid-growing tree, may be due to the fact that the plots lie near the dry edge of the natural range of this species. Cross analysis by species showed that uvilla (*Coccolobis laurifolia* Jaq.) is growing significantly more rapidly than almácigo and that sanguinaria (*Dipholis salicifolia* (L.) A. DC) and ucar (*Bucida buceras* L.) are growing significantly more rapidly than uvilla. Another analysis, using data from trees in the intermediate crown class, corroborated the finding that trees of almácigo and moca were growing at a rate significantly slower than the mean.

A comparison of growth rates by crown classes for the stand as a whole showed that intermediate trees grow significantly slower than codominant trees. This indicates the value of these two classes as an index of growth in this stand.

Changes in Crown Class Rapid in Improved Stands

Crown classification has been under study for several years in Puerto Rico to determine it reliability as an index of future tree growth. Investigations made during the year shed more light upon the question. Study of 8 plots in different stands showed an average growth rate of trees in the different classes as follows: codominants, 85 percent as rapidly as dominants; intermediates, 57 percent as rapidly as dominants; and suppressed trees, 21 percent as rapidly as dominants.

With this information, the significance of crown class representation to the growth of a stand is seen. For lower montane rain forest this representation is approximately as seen in Table 6. These data, based upon silvical plots, show the overstocked condition of virgin forest, with 63 percent of the trees suppressed. The secondary forest is

better in this respect, and the improved forest has a gap in the suppressed class as a result of a deliberate attempt to encourage natural regeneration.

The differences in Table 6 indicate the character of the changes in crown class representation which take place in the course of natural succession in secondary forest toward the climax. The rapidity of these changes directly affects the length of time during which individual tree growth-rate predictions based upon initial crown class will be of use. An analysis of 3 to 5-year growth of the 3,980 trees in the 12 secondary stands used as a basis for part of Table 5 showed that the trees were changing rapidly from one class to another. The proportion of the trees in each class which changed to some other class each year was as follows: dominants, 22 percent; codominants, 17 percent; intermediate 17 percent; and suppressed, 5 percent. Thirteen percent of all trees in these stands changed class each year. At the end of a 5-year period only 40 percent of the codominant and intermediate trees had not changed class.

The data indicate that crown classification alone is not a good index of long-range diameter growth unless frequent cuttings maintain a constant environment for the desired trees. Other factors which deserve testing together with crown class for growth prediction are tree diameter and stand density (basal area).

The rapidity of stand reclosure following partial cuttings is also reflected in these data. Frequent light cuts are necessary to maintain stands sufficiently open for rapid growth.

Short-term Diameter Growth Measurements Found Reliable

The absence of reliable growth rings in tropical woods makes diameter growth rate investigation a process of waiting for periodic remeasurement. The pressing need for such data requires that the period between repeated measurements be as short as possible without jeopardizing their reliability. A large volume of past sample plot data from all over the island was analyzed to determine this minimum period. The analysis compared 1, 2, and 3-year measurements of the same trees in periods which in different plots began in 1941, 1943, 1944 1945, and 1946. The 3-year measurements were assumed to be reliable and were used as a check of the other two periods. The trees were grouped in three broad growth-rate classes. One-hundred trees were compared in each treatment, using pairing technique. The results are summarized in Table 7. The difference between the 1-year and 3-year annual growth rates was highly significant statistically in both slow- growing and rapid-growing trees. The difference between the 2-year and 3-year rates was not significant.

Table 6.—Crown class representation in lower montane rain forest, Luquillo Mountains

Stand	Percent of total tres, by crown classes			
	Dominant	Codominant	Intermediate	Suppressed
	%	%	%	%
Virgin	4	6	27	63
Secondary				
Unimproved	5	11	45	39
Improved	4	11	57	28

The high readings at the end of the first year are apparently a result of a tendency to "move up" trees near the border between two marks on the diameter tape. The significance of this tendency is greatest where the true difference in tree size is smallest, that is, for slow growing trees and for short periods. The close relationship between the 2 and 3 year data shows errors in 2-year measurements are small, even in slow-growing trees. This finding also confirms the reliability of 3-year measurements as a basis of comparison.

Growth Rate of Dominant and Codominant Trees found Similar

The distinction of the dominant and codominant crown classes is sometimes difficult in closed stands. No entirely outstanding trees may be present and the question appears as to whether the upper trees of a uniform canopy are all codominants. Because of this difficulty an analysis of available data was made to determine the difference of growth rates of the trees classified in the past as dominants and codominants. The analysis concerned 11 plots in different stands, with more than 2,000 trees. In 9 plots there was no significant difference between the growth rates of dominant and codominant trees as classified. In one small plot the difference was significant at 5 percent; in another at 1 percent. The difference in growth between the two classes was most pronounced in the more open stands, where dominant trees tend to be isolated. Further investigation is necessary. It might eventually lead to the combination of the dominant and codominant crown classes in practical work. The difference in growth rate among codominant, intermediate, and suppressed trees is marked, however, so no other consolidations are desirable.

Tree Ages in Virgin Rain Forest Estimated

The absence or unknown periodicity of growth rings in tropical trees precludes rapid determination of tree age for relation with tree size. Growth data must be accumulated gradually for this purpose by repeated remeasurement of marked trees. The first such data for Puerto Rico appeared from an analysis of sample plot data in virgin lower montane rain forest (tabonuco type) in the Luquillo Mountains. The data are based upon a 3-year record of the growth of 639 trees. Growth records cover trees of 2 inches or more in diameter. Age was summed by determining the number of years required at average growth rates (upper canopy species only) for a tree of each diameter class to pass into the next class. The period required to attain 2 inches in diameter under virgin conditions was estimated by extrapolation at 90 years. The data appear in Table 8. The slow growth shown under tropical rain forest conditions indicates the intense competition which develops in virgin stands.

Table 7.—**Error in diameter growth measurements**

Period between measurements	Measured annual growth rate as a percent of 3-year average		
	Slow growth (0.0-0.2" per year)	Medium growth (0.2-0.4" per year)	Rapid growth (0.4-0.6" per year)
Years	%	%	%
1	174	134	130
2	97	96	99

Table 8.—**Estimated tree ages in virgin rain forest, Luquillo Mountains**

D.B.H.	Estimated age
Inches	Years
2	90
4	125
6	135
8	160
10	190
12	220
16	265
20	300
24	335
30	380
40	460

Growth of Five Species in Rain Forest Analyzed

The completion of the 6-year remeasurement of a 2-acre growth plot in lower montane rain forest (tabonuco type) made possible for the first time a statistical analysis of the relative growth rates of a few leading species of that forest. The analysis was confined to trees of intermediate crown class throughout the period and those of less than 9 inches, d.b.h. The growth rate of from 18 to 84 trees of 5 species was compared with that for the mean growth of the 34 species in the plot (based upon 5 trees of each). No statistically significant difference was found between the growth rates of tabonuco (*Dacryodes excelsa* Vahl.), ausubo (*Manilkara nitida* (Sessé and Moc.) Dubard.), motillo (*Sloanea berteriana* Choisy), and masa (*Tetragastris balsamifera* (Sw.) Kuntze.) and that of the forest as a whole. The average growth rate of yagrumo hembra (*Cecropia peltata* L.) was significantly more rapid (at the 5% level.) The growth rates of the first four species mentioned were not significantly different from each other. These results tend to confirm the observation that intermediate trees in closed stands are all growing at about the same rate.

A separate analysis of the growth rates within the different crown classes including 257 trees of all species showed highly significant differences in the relative growth rates of codominant, intermediate, and suppressed trees.

Increment of Pole Stand in Rain Forest Determined

Four quater-acre plots established 3 years ago in a dense pole stand in lower montane rain forest were remeasured to determine growth prior to thinning. The average basal area at the beginning of the period was 129 square feet per acre, and the 3-year increase was 24 square feet. Average annual diameter growth was only 0.99 inch. Total volume increased from 2,200 to 2,730 cubic feet per acre. Thinning reduced the basal basal area to 80 square feet per acre and removed 1,320 cubic feet per acre, or nearly 50 percent of the volume, including 1,660 fence posts per acre.

Mahogany Plantation Development Analyzed

Promising plantations of Honduras mahogany (*Swietenia macrophylla King*) are located in limestone sinkholes on the north coast, where annual rainfall is about 80 inches (Río Abajo Insular Forest). These plantations, now mostly 13 years old, have developed to a point where the need for thinning is obvious. In the preparation of a thinning experiment in these plantations an analysis was made of the development of trees within four quarter-acre plots in one of the best areas. A summary of this analysis is presented in Table 9.

Tabla 9.—**Honduras mahogany plantation development Río Abajo Insular Forest**

Measure (per acre basis)	Mean	Maximum	Minimum
Number of trees	740	940	560
Ave. d.b.h. inches	4.8	5.2	4.0
Ave. spacing, ft.	7.7	8.8	6.8
Basal area sq ft.	90	112	80
Volume, cu. ft.	1,070	1,350	910

The thinning, made to relieve competition in the canopy and to harvest subordinate stems, all of which were salable, reduced the mean number of trees per acre to 400, increased the mean d.b.h. to 5.4 inches, increased the average spacing to 10.4 feet, reduced the basal area to 66 square feet per acre, and removed 340 cubic feet of wood per acre. Harvesting of the subordinate trees increased the percentage of dominant and codominant trees in the stand from 34 to 67.

Honduras Mahogany Matures Rapidly on Alluvium

One of the earliest plantings of Honduras mahogany (*Swietenia macrophylla* King) in Puerto Rico is a double row at the former entrance to the Federal Experiment Station in Mayaguez. These trees, planted in 1906, are growing on an alluvium clay soil on the coastal plain with the water table apparently not far below the surface. The trees are of good form in spite of apparent isolation during their youth. Many have two straight 16-foot logs. The average diameter of the 29 trees at 44 years of age is 23 inches, with the range from 14 to 29 inches. The largest trees are 90 feet tall.

Ucar Growth Slow in Dry Forest

Ucar (*Bucida buceras* L.), a good post and structural timber, is one of the largest and most important native species in the dry limestone hills on the south coast where about 30 inches of rain falls annually (Guánica Insular Forest). Measurements have shown that diameter growth is slow in this area, the average annual growth of 66 trees being about 0.05 inch during the past 6 years. Growth has been almost at a standstill during the past 2 years with 31 percent of the trees being smaller in diameter than at the beginning of the period. In the belief that this might be due to desiccation caused by abnormal drought at the time of the last measurement, nearby rainfall records were studied. The total rainfall for the 2-year period was 41 percent above normal, but a dry season deficiency of 36 percent had developed during the 7 months immediately prior to the second measurement. However, a deficiency of 57 percent accumulated during the 5 months prior to the first measurement also. Raingages were located too far from the trees to show reliably the daily rainfall pattern. It is possible that a single hard rain shortly before the 1948 measurement may have temporarily obliterated the effect of the long-time deficiency. If the slow growth of these ucar trees, most of which are relatively free from competition, is indicative of that for the vegetation as a whole, the productivity of this area is very low.

Growth of Old Eucalyptus Continues Rapid in the Mountains

Most *Eucalyptus* trees planted at low elevation in Puerto Rico die back at an early age, sprout from the base and become worthless. The cause is unknown but may be high temperature. A 5-year record of the growth of 24-year-old trees of *Eucalyptus robusta* Smith at about 2,000 feet elevation (Maricao Insular Forest) in the western mountains confirms earlier indications of sustained rapid growth at that elevation. This plantation is growing on a poor lateritic clay which is too adverse for most tree species. The annual rainfall is about 100 inches and the mean temperature about 72°F. Five-year average annual diameter growth for 48 trees was 0.31 inch. For the 15 trees of more than 12 inches d.b.h. it was 0.41 inch, and one 16-inch tree grew at the anual rate of 0.82 inch.

Ash Diameter Growth Rapid

The completion of a 4-year remeasurement in a 17-year-old plantation of ash (*Fraxinus* sp.) at 3,000 feet elevation in the central mountains (Toro Negro Forest) shows that the trees are growing rapidly in diameter. Average annual growth for 100

trees in a closed plantation is 0.24 inch and for a few dominant trees is 0.43 inch. Unfortunately height growth is very slow, the trees being less than 25 feet tall.

Volume Table Prepared for Posts and Poles

A table of cubic volumes inside bark for posts and poles was prepared for measurement of yield. This table, based upon 275 posts and poles of 26 species in the Luquillo Mountains, was constructed by the least-squares method. Volumes were computed by the formula

$$V=(D^2+Dd+d^2)\times 0.001818\times L.$$

The final formula for the table was: Volume inside bark (in cubic feet) $=0.005801$ (small d.o.b.)$^2\times$length -0.244. The aggregate difference of this table was 0.00 and the average deviation was 21.7 percent. Preliminary tests indicate that this table is applicable throughout the island.

Volume Table Prepared for Studies of Increment

Studies of tree growth in Puerto Rico have been largely confined to periodic diameter remeasurements. Diameter growth studies are showing the inherent growth capacity of different species, adaptability to sites, and response to competition and release. A step further is the determination of voume increment on an area basis as a measure of yield from different management practices. During the past year volume tables were prepared for use in four series of growth plots. These table show total cubic volume in trees of average height for use in young mixed seasonal forest, mixed rain forest, and in pure plantations of maría (*Calophyllum calaba* Jacq.) and Honduras mahogany (*Swietenia macrophylla* King.)

Practical Methods of Increasing Forests Land Productivity

Increasing forest land productivity calls for improvement of existing forests and regeneration of deforested lands. Studies of forest improvement through partial cuttings and underplanting have begun. Regeneration of deforested lands has involved studies of tree seeds, propagation, planting and site adaptability.

Progress Made in Plantation Survey

A request from the Extension Service and the Soil Conservation Service for specific local information as to adaptability of different tree species to various parts of the island has pointed to the need for study of the older tree plantings on private lands to supplement similar studies recently completed on public lands. Records of the Extension Service and the Insular Forest Service provided data for a list of about 500 farm plantings which consisted of more than 500 trees each and which were made at least 5 years ago. Plantings along the east, north, and south coasts, 174 in all, have been examined. Certain general conclusions are warranted on the basis of observations made so far.

1. Survival is very low. On many of the farms listed few or no trees were found. Where the original farmer was at hand the explanation of losses concerned planting weather, delays between lifting and planting of stock, or damage by livestock. At best the trees usually receive rough treatment and are planted on poor, degraded sites. Hardy species such as pino (*Casuarina equisetifolia* Forst) Siamese cassia (*Sciacassia siamea* Lamb.), albizzia (*Albizzia procera* Benth.) and teak (*Tectona grandis* L.) show highest survival.
2. Few block plantings have been found. Nearly all plantings are single rows of trees, usually along farm boundaries.
3. Trees which survive are not well utilized. The prospect of such trees reaching sawtimber dimensions is remote. Tenancy and frequent changes in farm

ownership shorten life expectancy of trees to a point that only species which will yield usable products within 5 or 10 years should be recommended.

4. There is a great need for more live fence posts on the farms. The use of post species which sprout saves labor and relieves farm forests from the pressure of heavy annual cuttings.

Young Sprouts used as Bamboo Planting Material

A limitation in the extension of bamboo plantations is the weight of the planting material (offset divisions of the subterranean parts). At the suggestion of Dr. F. A. McClure of the Office of Foreign Agricultural Relations, young sprouts, a lighter type of material were tested. From 2 to 4 sprouts about 1/2 inch in diameter are produced during the first year after planting. These are softer than old stems and may be separated with a sharp machete or jack saw from the mother plant when they are 5 to 6 feet tall. Tests in removing and planting 30 sprouts show that (1) if one sprout is left uncut the mother plant does not die, (2) sprouts are not much larger or heavier than tree nursery stock, (3) early survival, at least with *Bambusa longispiculata* Gamble ex Brandis is 70 percent or more, superior to that with offset material, and (4) the sprouts show no sign of shock from transplanting and do not cease growth temporarily. Further tests are being made with this and other species.

Underplanting of Casuarina Stands shows Promise

The absence of natural reproduction of *Casuarina equisetifolia* Forst under plantations of this species makes necessary costly replanting after harvesting. Tests of underplanting stands of casuarina shortly before the harvest indicate that this practice may be desirable to take advantage of the protective cover of the stand. The diffuse light beneath the trees is proving adequate for the growth of many species yet keeps down weeds and vines. After the first year survival is high and good height growth is being made by capá prieto (*Cordia alliodora* (R. & P.) Cham.), guaba (*Inga vera* Willd.), capá blanco (*Petitia domingensis* Jacq.), Dominican mahogany (*Swietenia mahagoni* Jacq.) and Honduras mahogany (*Swietenia macrophylla* King). If these plantings continue to develop well, casuarina might be used as a nurse crop on adverse sites. Underplanted seedlings of casuarina are not thriving, apparently because of shade intolerance.

Slash Pine Recovers in Western Mountains

Experimental plantings of slash pine (*Pinus caribaea* Morelet.) made in 1948 on eight distinct sites have appeared to be a total loss. The trees became chlorotic and made little or no growth. Heavy applications of calcium superphosphate were made in an effort to save sufficient seedlings to continue observations. During the past year one plantation in the western mountains (Maricao Insular Forest) recovered. These trees are on what was believed to be the poorest site planted, an acid lateritic clay soil which is very low in nutrients. Rainfall is about 100 inches annually and the elevation is about 2,000 feet above sea level. A good green color has appeared in the leaves, and height growth is beginning. This recovery is unexplained, since it began before the superphosphate treatment and has subsequently continued in untreated trees. No evidence of mycorrhizae has appeared on the roots of these trees.

Rapid Basal Area Increment Calls for Short Cutting Cycles

Improvement cuttings in previously unmanaged mixed forest reduce materially the average diameter and the density of the stand and increase tree diameter growth. Studies in young improved stands indicate

that their average diameter ranges between 3.5 and 6.0 inches (for trees 1.6 inches and larger) and that the proper density for stands of this diameter range lies between 60 and 100 square feet per acre. Below 60 square feet vines and weeds invade the stand. Above 100 square feet an excessive proportion of the trees become suppressed and individual tree growth suffers. Within this range of average diameters re-thinning is needed after about a 25 percent increase in basal area above that left after cutting. The length of cutting cycle which corresponds to this 25 percent increase in basal area is indicated for different stands in Table 10. The average diameters and growth rates in Table 10 are taken from sample plots within each type. The need for very frequent thinning is seen for all but montane thicket, where diameter growth is very slow.

Mistletoe Eradication Attempted

The discovery of the rapid spread of mitletoe (*Phthirusa* sp. ?) in forest plantations in the northern limestone region (Guajataca Insular Forest), particularly on maga (*Montezuma speciosissima* Sessé & Moc.), has led to studies of control. The spread of this disease has apparently been very rapid, and now as many as 80 percent of the trees are infested in certain areas of plantations which are only 12 years old. If the infection has actually taken place entirely within the last 5 years, as seems probable, there is little prospect of practicable control. A test of the rapidity of spread was begun by the eradication of all visible mistletoe, by thinning and pruning, from two isolated sinkholes with a total area of 14 acres. This work was difficult and cost 5 man-days per acre. Unless it should provide long-time protection its justification as a general practice is doubtful. First indications subsequent to the treatment are that a small portion of the infection was not detected. In addition, what was apparently new infection was seen on a few trees within 3 months after treatment. The rate of re-infection has not yet been determined conclusively, however. If eradication proves impractical the nature and extent of the damage caused to the trees and methods of minimizing it will be studied.

Practical Methods of Increasing the Utility and Service Life of Wood

Wood utilization research has been confined to simple studies of one pressing problem, deterioration of fence posts. Experiments concern the service life of untreated posts and the effectiveness of simple preservative treatment.

Three Post Species Absorb Carbolineum

Treatment of *Casuarina equisetifolia* Forst post with carbolineum, using the hot-and-cold bath process has shown that preservation is effective at least 6 years. Tests were therefore made with three other com-

Table 10.—**Cutting cycle length as indicated by basal area increment in improved stands**

Stand	Basis (No. 1/4-acre plots)	Average DBH	Average annual DBH growth	No. of years to increase basal area 25 %
		Inches	Inches	Years
Rain Forest	6	3.5-4.6	0.10 - 0.15	3-4
Montane Thicket	4	4.7-4.9	0.06	10
13-yr. mahogany* plantation	4	4.4-5.9	0.15	4-5

* *Swietenia macrophylla* King.

mon post species, *Eucalyptus robusta* Smith, *E. resinifera* Smith, *and Micropholis chrysophylloides* Pierre. Treatment from 4 to 6 hours at 80º to 100ºC followed by 14 hours cooling produced absorption of at least 6 pounds of preservative per cubic foot in all species. This absorption is excessive in terms of the cost of the preservative but proved that adequate absorption is not difficult to obtain in these hard woods with the preservative and method used. Penetration was confined largely to the more active sapwood layers and was apparently almost entirely longitudinal. Posts so treated have been set in the ground to determine their durability.

Three Species of Posts Absorb Preservative by Diffusion

The search for a simple process for preservative treatment of fence posts led to tests of diffusion. Freshly cut posts with the bark attached were placed vertically in an aqueous preservative solution, which diffuses into the post. The preservative used in the tests was copperized chromated zinc chloride at 25 percent strength. Tests were begun with posts of *Eucalyptus robusta* Smith and guaba (*Inga vera* Willd.) to determine rate of absorption. The first group of 8 eucalyptus posts absorbed 1 pound of the chemical per cubic foot of wood in 16 days. The second group required 21 days. One group of guaba posts required 19 days. The treated posts are being stored with the butt end upward for 3 months prior to setting. Additional species are to be tested.

Five Post Species show Outstanding Native Durability

Tests of the durability of untreated fence posts on the north coast have shown few species durable for more than 24 months. Re-examination of a study of 32 species showed 5 to be superior to the others. Their condition is as indicated in Table 11.

EDUCATION

The time lag between the discovery of new findings in forest research and their application is so great that the staff has dedicated an increasing amount of time to the dissemination of forestry information. The Station was instrumental in the inauguration of the first formal forestry course in the College of Agriculture of the University of Puerto Rico last year. This course, in farm forestry, and a related seminar in the conservation of natural resources, is offered by a profesionally trained forester. The Station assisted in outlining these courses and the staff presented two lectures in the seminar on forest conservation.

Three radio talks on forestry were presented, one describing the Station and its work. One release was issued through the Monthly Extension Letter. Forests and forest research in Puerto Rico were described to four civic groups. The elements of silviculture were demonstrated in the field to a 4-H camp and to a group of 30 field agents

Table. 11.—**Condition of fence posts on the north coast**

Species	Service	Number of posts serviceable (of 8 tested)	
		Without termite attack	Attacked by termites
	Months		
Tetrazygia eleagnoides (Sev.) DC	42	8	—
Citharexylum fruticosum L.	42	4	3
Chrysophyllum pauciflorum Lam.	36	6	1
Chrysophyllum oliviforme L.	36	4	1
Phyllanthus nobilis Muell.	42	4	1

of the Soil Conservation Service. Forest problems and possible solutions were discussed with 20 community leaders as a part of a public community education program. The field officers of six Insular Forests were trained in timber stand improvement preparatory to a new project in that field.

LITERATURE CITED

1. TROPICAL FOREST EXPERIMENT STATION. 1949— Ninth annual report and program. Carib. Forester 10:81-160.
2. COTTAM, G. 1949.— The phytosociology of an oak woods in southwestern Wisconsin. Ecology 30:271-287.

(Traducción del artículo anterior)

Undécimo Informe Anual de la Estación de Experimentación Forestal Tropical

Durante el año de 1950 el progreso alcanzado por la Estación de Experimentación Forestal Tropical se canalizó a lo largo de tres amplios frentes: desarrollo de la dasonomía interamericana, investigación sobre ordenación forestal y educación forestal. Este informe presenta los logros más importantes y los resultados del trabajo efectuado en estos tres campos.

Desde el punto de vista internacional la Estación fué más influyente y se dió a conocer mejor debido a su participación en cuatro conferencias interamericanas. Los miembros de la estación tuvieron oportunidad de estudiar los bosques y la dasonomía aplicada en las Islas Vírgenes, Trinidad, Uruguay y Chile. El número de visitantes extranjeros aumentó y durante varios meses dos agrónomos latinoamericanos recibieron entrenamiento en materia forestal. La revista internacional de la Estación mejoró su formato e incluyó en sus páginas artículos de interés internacional.

El progreso en la investigación se destaca por el análisis de un creciente cúmulo de datos sobre crecimiento de árboles y de rodales. Los resultados aquí presentados se obtuvieron de 40 cuarteles permanentes de ensayo de crecimiento, dispersos a través de toda la isla. Se establecieron 14 cuarteles nuevos de ensayo.

Se le dió mayor énfasis a la educación del público de Puerto Rico en lo relativo a la situación forestal, cómo puede ésta mejorarse y el papel que desempeña la investigación en la solución de los problemas forestales.

DESARROLLO DE LA DASONOMIA INTERAMERICANA

El reconocimiento de Puerto Rico de parte del Departamento de Estado, como un centro lógico para el entrenamiento de técnicos latinoamericanos bajo el Programa de Ayuda Técnica colocó a la Estación en línea para un programa más extenso de adiestramiento forestal. En años anteriores la Estación adiestró seis estudiantes latinoamericanos y en 1950 adiestró dos, de los cuales uno provenía de Cuba y el otro de Venezuela. Estos estudiantes tenían becas otorgadas por la Oficina de Asuntos Interamericanos o por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos, mediante las cuales recibieron adiestramiento teórico y práctico en Puerto Rico, por espacio de tres a seis meses. Ya se han recibido solicitudes de becas de dasonomía de parte de varios estudiantes, a base del Programa de Ayuda Técnica.

El Director y el Jefe de División fueron miembros de la Delegación de los Estados Unidos en la Cuarta Conferencia Interamericana de Agricultura y de la Conferencia Regional Latinoamericana de la Organización de Agricultura y Alimentación, las cuales tuvieron lugar en diciembre en Montevideo, Uruguay. Virtualmente todas las naciones lationamericanas estaban representadas. El Director representaba también a la Comisión del Caribe en estas conferencias. La Estación formó parte de las comisiones relacionadas con los bosques y con los problemas de las tierras forestales y ayudó a estructurar las resoluciones relativas a esas materias. Aún no han aparecido publicadas las actas de dichas conferencias.

El Director y el Jefe de División actuaron como asesores de la Delegación de los Estados Unidos a la Tercera Sesión de la Comisión Latinoamericana de Bosques y Productos Forestales de la Organización de Agricultura y Alimentación. La Estación participó en la discusión y ayudó a preparar las resoluciones relacionadas con la investigación forestal en la América Latina. Aún no se ha publicado el informe de esa conferencia.

Los miembros del personal participaron en la Conferencia de Suelos del Caribe, de la Comisión del Caribe, la cual se reunió en marzo en Río Piedras y en la cual estaba representada la mayoría de los países del Caribe. El personal de la Estación presentó una ponencia sobre suelos forestales y formó parte de los comités de resolución.

El Jefe de División estuvo en Trinidad por espacio de tres días durante el mes de noviembre estudiando las técnicas silvícolas y de regeneración bajo condiciones similares a las de Puerto Rico. Algunos de los excelentes trabajos que allí han hecho para encauzar la regeneración natural y en ordenación de plantaciones merecen ser probados en Puerto Rico.

A requerimiento del Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de Estados Unidos un miembro del personal fué enviado a las Islas Vírgenes de los Estados Unidos para estudiar los problemas forestales y sugerir prácticas que pudieran ser recomendadas a los agricultores. Se hizo un viaje de 5 días a las tres islas principales. Las recomendaciones fueron principalmente la interplantación de caoba dominicana (*Swietenia mahagoni* Jacq.) en los bosques secundarios y el aclareo de un rodal joven de esta especie, ya instalado.

La Estación recibió la visita de 17 técnicos extranjeros especializados en dasonomía o ciencias afines. Estos visitantes provenían de Cuba, Guadalupe, Barbada, Trinidad, Curaçao, México, Costa Rica y Venezuela. Estos técnicos permanecieron desde dos días hasta una semana o más para ver el progreso del trabajo efectuado aquí en dasonomía.

El "Caribbean Forester" revista técnica bilingüe que publica la Estación apareció por primera vez en caracteres de imprenta en 1950. Ya aparecieron tres números y el cuarto está en curso. Cinco artículos de importancia internacional fueron publicados en inglés y español, todos ellos escritos por miembros del personal de la Estación. Entre estos artículos se encuentra un resumen del trabajo efectuado por la Estación durante su primer decenio (incluído en el informe anual de 1949) y un grupo de términos forestales junto con sus respectivas definiciones en español e inglés. El fichero de envíos de esta revista consta de 546 nombres de los cuales 283 son de países fuera de Estados Unidos y Puerto Rico.

La publicación de 132 términos forestales adicionales para formar parte del Glosario de Terminología Forestal, elevó a 532 el número total de términos que han sido publicados hasta la fecha. El objetivo del glosario es ayudar en la comprensión mutua entre los dasónomos de habla inglesa y española. A fin de año se habían definido 104 términos adicionales. Para el futuro cercano se visualiza la recopilación en un solo tomito de todos los términos publicados hasta la fecha, conjuntamente con otros términos cuya definición aún no se ha preparado.

ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN EN PUERTO RICO

Las actividades primordiales de investigación de la Estación en Puerto Rico se desarrollaron en torno a la ordenación forestal y trabajos de índole educativa relacionados con esa rama de la ciencia forestal. Tuvieron lugar algunos sucesos que tienen una importancia global con respecto al trabajo de investigación y los cuales serán descritos brevemente en esta exposición antes de entrar en los resultados de los proyectos.

Durante el 1950 se modificó en algo el énfasis de los proyectos debido a la estadía de 3 meses en la Estación del Dr. Elbert L. Little Jr. dendrólogo del Servicio Forestal en Wáshington. El Dr. Little recolectó especímenes de herbario y tomó notas in situ relativas a la mayoría de los árboles de Puerto Rico. El objetivo de este trabajo es publicar pronto, conjuntamente con la Estación, las descripciones completas de los árboles de Puerto Rico, para divulgación tanto científica como popular.

Se exploraron las posibilidades de una nueva avenida de investigación que perfila ser importante. Por espacio de unos 200 años el cultivo de café bajo sombra arbórea le ha provisto protección al 10 por ciento de las tierras más erosionables de Puerto Rico. Varios factores han contribuído recientemente a la decadencia de la industria cafetalera, al abandono de algunos cafetales y al talado y cultivo de laderas inclinadas. No se conoce ninguna otra cosecha permanente que supere económicamente al café en la zona cafetalera de la Isla. La otra alternativa que substituye al café es la desforestación, el cultivo destructivo del suelo, la erosión, la sedimentación de los embalses y finalmente la adquisición de parte del gobierno y la rehabilitación forestal costosa de la tierra degradada. Los gobiernos insular y federal están tratando de estimular el cultivo continuo del café. Un modo de abordar esta ruta es logrando mejores prácticas de cultivo a través de la investigación. Como la adecuada ordenación de la sombra del café cae en el marco de la selvicultura, las técnicas de investigación forestal son apropiadas para mejorar esta fase del cultivo del café. La Estación organizó una conferencia que duró tres días, reuniendo a los representantes de las agencias vinculadas con el café, para discutir ampliamente sobre la investigación necesaria. Se recomendó el estudio, entre otros, de los siguientes aspectos que precisan de investigación forestal:

1. El espaciamiento óptimo de los árboles para sombra del café.
2. Las mejores especies forestales para sombra del café.
3. La transformación de cafetales abandonados en bosques productivos.
4. Las prácticas de ordenación de los árboles de sombra del café (regeneración, aclareo, poda, turno).
5. La aportación de nitrógeno de los árboles de las leguminosas usados como sombra del café.
6. El valor de los rompevientos en los cafetales.

Un miembro del personal de la Estación fué presidente de un comité de las agencias del Departamento de Agricultura y Comercio que estaban estudiando la cuenca hidrográfica más arriba del embalse de Caonillas y la cual está severamente erosionada y densamente poblada. Es tan grande la necesidad de protección forestal en ciertas partes del área que puede que en el futuro cercano se necesiten estudios locales sobre regeneración forestal artificial.

Las facilidades de biblioteca en la Estación han mejorado durante el año. Se adquirió un total de 492 publicaciones entre libros, periódicos y folletos. En el presente se reciben anualmente 101 revistas de las cuales 88 son a título de canje por el "Caribbean Forester". El inventario que se hizo al finalizar el año arrojó un total de 6.200 publicaciones en los anaqueles de la biblioteca, todas ellas directa o indirectamente relacionadas con la dasonomía tropical. Esta biblioteca está suplementada por una biblioteca agrícola, mucho más extensa, perteneciente a la adyacente Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico. Se redujo el cúmulo de

trabajo de catálogo e índice de tópicos al prepararse y archivarse 3.750 tarjetas en los archivos de la biblioteca.

INVESTIGACIONES

El trabajo de investigación constituye la médula de las actividades de la Estación. Los estudios forestales se llevan a cabo a través de toda la isla, tanto en tierras privadas como públicas. En las 32.375 hectáreas de terreno comprendidas en los sistemas de bosques Nacional e Insular se encuentran instalaciones experimentales de índole permanente (plantaciones, cuarteles de crecimiento). El trabajo se concentra más en los tres bosques experimentales de Cambalache, St. Just y Río Piedras.

Los bosques experimentales ofrecen una aportación directa a la comunidad. El material muerto se le otorga gratuitamente a los que residen en sus cercanías. Los árboles vivos que han de removerse se les venden a esa misma gente. En Cambalache en aproximadamente 190 hectáreas 102 familias recogieron 5.986 hatos de leña seca equivalentes a unas 107 cuerdas de madera. Además, el material vivo que se extrajo en 16 ventas de madera incluían 4.742 postes valorados en $270 en el tocón. De las 4 hectáreas de St. Just 23 familias extrajeron de los aclareos 129 hatos de leña equivalentes a unas 13 cuerdas de madera. Administrativamente se usaron 775 espeques. Del arbolado de Río Piedras no se extrajo ninguna madera.

El personal de la Estación es reducido y muchos de los trabajos experimentales efectuados no hubiesen sido posibles sin la ayuda y cooperación de otras agencias públicas, entre las cuales las más importantes son el Servicio Forestal Insular, la Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico y la Estación Experimental Agrícola Federal en Mayaguez.

Un análisis de los problemas, efectuados en 1948, señaló los siguientes objetivos hacia los que había que dirigir la investigación (1). Entre esos los siguientes han recibido mayor atención:

1. Determinación de la naturaleza y extensión de los bosques de Puerto Rico.
2. Determinación de la aportación actual y potencial de los bosques de Puerto Rico.
3. Determinación de métodos prácticos para aumentar la productividad de las tierras forestales.
4. Determinación de métodos prácticos para aumentar la utilidad y el servicio de la madera.

Los resultados del trabajo experimental serán descritos aquí bajo sus respectivos tópicos.

NATURALEZA Y EXTENSION DE LOS BOSQUES

La determinación de la naturaleza y extensión de los bosques de Puerto Rico como base para ulteriores investigaciones es en su mayor parte una cuestión descriptiva. Una de las actividades de la Estación encaminada hacia ese objetivo ha sido la ayuda técnica en la realización y análisis de un inventario de los recursos forestales de la isla que está llevando a cabo el Servicio Forestal Insular. También se comenzó una serie de estudios descriptivos en bosques poco alterados para determinar la estructura, la composición y la forma y volumen de los árboles en rodales de desarrollo natural. También se estudió la forma natural de los árboles.

Se Comienza el Estudio de los Tipos Forestales

En Puerto Rico desde hace tiempo era imperativa la preparación de un mapa confiable y de la descripción de los tipos forestales climácicos como guía para la utilización de la tierra, para la clasificación de los medios estacionales y para las prácticas selvícolas. La tarea es difícil debido a que la mayoría de los bosques de Puerto Rico han sido destruídos o modificados. Las antiguas descripciones de los tipos climáticos de Puerto Rico han sido todas muy generales. Es necesaria una descripción más completa usando técnicas desarrolladas recientemente y probablemente la descripción de tipos de Beard. En este año se

inició el trabajo hacia ese objetivo, localizando y estudiando la vegetación virgen o virtualmente inalterada que hubiese. Los tipos estudiados hasta la fecha incluyen: (1) bosque pluvial pedemontano de las montañas del este y centrales (2) bosque enmalezado montano en las montañas del este, centrales y del oeste, (3) palmares en las montañas del este, (4) bosque enano en las montañas del este, centrales y del oeste (5) bosque estacional de las colinas calizas del norte y (6) bosque de los pantanos (*Pterocarpus*) en la costa occidental. En la costa norte se han localizado tres bosques adicionales de valor en este estudio, dos bosques estacionales y un bosque litoral. Para ayudar a localizar áreas adicionales se usarán fotografías aéreas.

El Bosque Climácico de las Colinas Calizas está bien Desarrollado

Las colinas calizas de suelo somero situadas en la costa están cubiertas por lo general de bosque secundario bajo y denso, con algunos árboles de diámetro mayor (véase la pág. 23).

En las crestas de estas colinas los árboles crecen más despacio que en sus faldas (véase la pág. 22). Esas observaciones tendían a hacer suponer que las laderas más altas de estas colinas nunca habían producido madera de tamaño grande y por lo tanto no debía tomarse en cuenta ese tipo de madera para su tratamiento selvicultural. Un trecho de bosque casi virgen cuyas existencias fueron determinadas el año pasado indicó que el clímax forestal en estas colinas era alto y contenía alguna madera aserrable. Una transección en este bosque, de aproximadamente medio acre (0,2 ha) indicó que el área basimétrica era de 78 a 180 pies cuadrados por acre (0,4 ha.). Los árboles llegan hasta 50 pies de altura y algunos tienen bolos derechos y libres de ganchos hasta una altura de 30 pies. Bajo este bosque existe una capa de suelo rica en materia orgánica que es mucho más profunda que la que se encuentra en rodales secundarios. Aparentemente los rodales que sustentan estas colinas hoy día son mucho más inferiores que el bosque virgen. La reconstrucción gradual del suelo parece ser un requisito a satisfacer antes de reformar tales rodales.

Se Encuentran Especies Indicadoras para Dos Tipos

El bosque pluvial pedemontano (tipo tabonuco) y el bosque montano (tipo colorado) de las Montañas de Luquillo son diferentes en productividad y en estructura. Las cortas parciales tienden a obscurecer esas diferencias, particularmente cuando la transición es gradual. Es deseable simplificar el reconocimiento in situ para varios propósitos, entre otros para el estudio de la utilización de los terrenos que se está llevando a cabo a través de la isla. Se llevó a cabo un análisis de cuarenta cuarteles de 1/4 de acre en rodales vírgenes en cada uno de estos tipos forestales para determinar que especies forestales podían usarse como indicadoras para los dos tipos. Se usó el índice DFD (2) que refleja la densidad (número de individuos de cada especie por unidad de área), frecuencia (número de cuarteles donde aparece la especie) y dominancia (por ciento del área basímetrica total representado por la especie). De las 20 especies prominentes utilizadas en las pruebas once muestran posibilidades como indicadoras, según aparece en la tabla número 1.

Tabla 1.—**Indices DFD para once especies de las montañas de Luquillo**

Especies	Indice DFD*	
	Bosque pluvial	Bosque montano
Alchorneopsis portoricensis Urban.	53	3
Cecropia peltata L.	109	58
Cyrilla racemiflora L.	34	124
Dacryodes excelsa Vahl.	130	30
Didymopanax morototoni (Aubl.) Donc.	72	33
Inga laurina (Sw.) Willd.	74	26
Inga vera Willd.	46	3
Inga vera Willd.	46	3
Micropholis garcinifolia Pierre	83	121
Ocotea spathulata Mez	47	83
Sloanea berteriana Choisy	89	34

* El tipo está subrayado.

Area Basimétrica y Volumen Estrechamente Relacionados en los Bosques de las Montañas de Luquillo

La determinación del área basimétrica de un rodal es por lo general más simple que la medida del volumen. Si hubiese alguna relación entre estas dos medidas, sería de gran utilidad usar el área basimétrica para calcular rápida y aproximadamente el volumen de los rodales. Una prueba de esta relación en rodales vírgenes del bosque pluvial pedemontano (tipo tabonuco) y del bosque matorral montano (tipo colorado) de las montañas de Luquillo indicó la validez de esta relación en ese área. Los coeficientes de correlación del área basimétrica y el volumen total en 80 cuarteles de 1/4 de acre en el tipo tabonuco y 30 cuarteles en el tipo colorado fueron de +0,94 para cada tipo. En el informe del año pasado aparece una breve tabulación de los datos.

Variabilidad del Area Basimétrica Correlacionada con la Variabilidad del Volumen Cortable

La intensidad del sorteo que se requiere para determinar con cierto grado de exactitud el volumen disponible para la corta depende del coeficiente de variación. Por lo general el coeficiente debe determinarse tomando una muestra preliminar. Se encontró que la aproximación a este coeficiente en las Montañas de Luquillo era posible obtenerlo simplemente mediante las medidas del área basimétrica. La relación entre el coeficiente de variación del área basimétrica total y el volumen cortable aparece en la tabla número 2. Se encontró que los coeficientes de correlación de estas dos medidas eran de +0,74 para el bosque pluvial (tipo tabonuco) y +0,96 para el bosque-matorral montano (tipo colorado). Una rápida aproximación del coeficiente de variación del volumen cortable puede obtenerse determinando el coeficiente de variación del área basimétrica y multiplicándolo por 3,0 en el caso del bosque pluvial y por 1,7 en el caso del bosque matorral montano. La tabla número 2 también demuestra que la variación dentro del bosque-matorral montano es algo menor que en bosque pluvial.

Tabla 2.—**Coeficientes de variación en área basimétrica y volumen a cortar en las Montañas de Luquillo**

Círculo de trabajo	Número de cuarteles de 1/4 acre	Coeficiente de variación*	
		Area basimétrica total	Volumen a cortar
	Bosque Pluvial		
Espíritu Santo	92	0,61	1,35
Cubuy	56	0,55	1,35
Cacique	98	0,72	1,25
Jiménez	64	0,43	0,76
Ciénaga Alta	97	0,68	1,27
Hicaco	96	0,57	0,98
Cristal	78	0,79	1,40
La Mina	108	0,63	1,23
Total	689	Medias 0,62	1,20
	Bosque-Matorral Pedemontano		
Espíritu Santo	39	0,46	0,73
Cubuy	21	0,90	1,43
Cacique	27	0,50	0,98
Jiménez	19	0,45	0,68
Ciénaga Alta	22	0,30	0,57
Hicaco	48	0,59	0,94
Total	176	Medias 0,53	0,89

* Para los árboles de más de 1,6 pulgadas de d.a.p.

Se Determinó el Grado de Ahusamiento Gradual del Bolo de los Arboles del Bosque de Luquillo

La información relativa al ahusamiento natural de postes y trozas es de gran valor en la determinación de los volúmenes. Se preparó una tabla para el bosque pluvial pedemontano (tipo tabonuco) de las montañas de Luquillo, basándose en 293 postes y trozas de 50 especies. La tabla se construyó usando el método de cuadrados mínimos mediante la siguiente fórmula: Ahusamiento (en pulgadas por pie lineal =0,0096193 del d.c.c. (pulgadas) más pequeño +0,099846. Se encontró que el largo no era significativo con respecto al ahusamiento en los límites comprendidos en los datos. La ecuación explica sólo el 24 por ciento de la variación pero es altamente significativa. Es considerable la variación debido a diferencias en especie pero no resulta práctico el uso de tablas individuales para cada especie. La diferencia agregada fué de —0,052 y la desviación promedio fué de 54,2 por ciento. En la tabla en forma abreviada es como sigue:

Tabla 3.—**Ahusamiento gradual de los árboles del bosque pluvial pedemotano**

Diámetro con corteza en el extremo más pequeño	Ahusamiento
Pulgadas	Pulgadas por pie
4	0,14
8	0,18
12	0,22
16	0,25
20	0,29
24	0,33
30	0,39

Se Encuentra Relación entre el Volumen del Tronco y las Alturas y Volúmenes Totales

La relación entre la altura y volumen del bolo recto con la altura y volumen del árbol completo provee un indicio de la proporción máxima del rendimiento total que puede producir madera aserrable o postes y espeques y la proporción mínima de madera de menores tamaños que pueda esperarse si se desea para leña o posiblemente para uso industrial. Sin lugar a dudas estas relaciones varían grandemente con la especie y la naturaleza del rodal. Sin embargo hay un punto de referencia estable, que lo es el promedio para un rodal virgen.

Un estudio de 405 árboles localizados en bosque pluvial pedemontano virgen (tipo tabonuco) señaló la relación que aparece en la tabla número 4. El porcentaje de la altura total constituído por el bolo recto no cambió de acuerdo con cambios en el diámetro mientras que el volumen del bolo disminuye ligeramente con un aumento en diámetro. Aplicando estos por cientos a una tabla de rodal virgen resultó que los bolos rectos formaban el 67 por cento del rodal.

Aportación Presente y Potencial de los Bosques

En Puerto Rico se ha comenzado a determinar la aportación de los bosques efectuando estudios de crecimiento de árboles individuales en rodales bajo ordenación o sin ella y en variadas condiciones en toda la isla. Con la creciente acumulación de datos los resultados se están expresando en términos de volumen por unidad de superficie.

Toman Auge los Estudios de Crecimiento

La fuente de muchos de los resultados que aparecen aquí es un gran número de pequeños cuarteles de prueba permanentes, a falta de anillos de crecimiento el único método satisfactorio para obtener el crecimiento de un árbol es medir periódicamente los árboles marcados en tales rodales. Durante el año se establecieron catorce cuarteles de ensayo adicionales para proveer información sobre crecimiento de árboles de acuerdo con las especies, los medios estacionales o las condiciones de rodal que aún no se habían estudiado y que fueron como sigue: (1) plantación pura de capá blanco *Petitia domin-*

guensis Jacq. en zona de bosque pluvial, (2) plantación pura de capá blanco en la zona caliza del norte, (3) plantación pura de caoba dominicana (*Swietenia mahagoni Jacq.*) en las laderas del sur, (4) plantaciones puras de caoba dominicana en las montañas del oeste, (5) bosque estacional secundario (sin mejorar) en crestas y parte superior e inferior de laderas de la zona caliza, (6) bosque estacional mejorado de la zona caliza del norte y (7) bosque-matorral mejorado de montañas centrales. Se han hecho análisis sobre composición y densidad de esos rodales al hacerse la primera medida de los árboles.

En la Zona Caliza el Micro-ambiente es Significativo en Relación con el Crecimiento del Arbol

Las colinas calizas de la costa norte y la costa sur forman un área extensa cuyo óptimo cultivo es el bosque, por causa de su suelo somero. Las primeras indicaciones del crecimiento de los árboles de los rodales secundarios jóvenes y mixtos que cubren la mayoría de estas colinas fueron obtenidas en una segunda medición de unos 5000 árboles en una colina de 30 acres en el Bosque Experimental Cambalache, en la costa norte.

El análisis de 229 árboles dominantes (clase de copa que predomina) comparables mostró que el crecimiento promedio en las laderas que miran al oeste (sotavento) era casi 100 por ciento más rápido que en las laderas que miran al este (barlovento). Esta diferencia era altamente significativa estadísticamente y refleja aparentemente una mayor evaporación en la ladera expuesta. La existencia de esta relación de orientación se encontró también para uvilla *(Coccolobis laurifolia Jacq.)* una especie prominente.

El compás relativo de crecimiento de 200 árboles codominantes en cada una de las cuatro posiciones topográficas diferentes, a base de 100 para la más rápida, aparece en la tabla número 5. En ambas orientaciones las diferencias en compás de crecimiento entre las crestas y las faldas eran estadísticamente significativas. Sin embargo, el aspecto por sí sólo no era responsable de las diferencias significativas, ya que en las crestas ambos lados estaban igualmente expuestos y los fondos de las faldas estaban bien protegidos en ambos aspectos. Estos datos están basados en sólo un pequeño período de crecimiento y deben cimentarse en futuras observaciones. Sin embargo, indican claramente la mayor productividad de las laderas inferiores, especialmente en la orientación oeste.

Tabla 4.—**Alturas y volúmenes del bolo y del árbol total en el bosque pluvial pedemontano**

DAP	Altura promedio			Volumen promedio		
	Bolo recto	Total	Por ciento en bolo recto	Bolo recto	Total	Por ciento en bolo recto
Pulg.	Pies	Pies	%	$Pies^3$	$Pies^3$	%
4	16	36	44	1,1	1,4	76
8	19	40	48	5,0	7,3	69
12	21	41	49	12,9	18,0	72
16	22	47	47	23,4	36,4	64
20	24	50	48	40,8	62,1	66
24	25	54	46	60,3	95,2	63
36	27	61	44	150,0	254,0	59

Tabla 5.—**La relación entre el crecimiento del árbol y la topografía desde 1947 hasta 1950 en la Colina 34 del Bosque Experimental Cambalache**

Posición topográfica		Indice del compás de crecimiento en diámetro
Parte de la ladera	Aspecto	
Fondo	Oeste	100
Fondo	Este	81
Cresta	Oeste	55
Cresta	Este	52

Para la comparación del crecimiento por especies se seleccionaron árboles codominantes de menos de 8 pulgadas de d. a. p. Se determinó el crecimiento promedio de los datos obtenidos de 212 árboles de todas las especies. El crecimiento de las especies individuales fué comparado con el promedio, u ando 100 árboles de cada especie. De las 15 especies más prominentes sólo 3 estaban creciendo en una razón tan diferente del promedio como para ser altamente significativa. Estas especies erán: almácigo *(Bursera simaruba* (L.) *Sarg.)* moca *(Andira jamaicensis* (W. Wright) Urban) y yagrumo hembra *(Cecropia peltata L.)*, que estaban creciendo más lentamente que el promedio. El crecimiento lento de la moca se había observado en otros sitios, pero el de almácigo y yagrumo hembra era algo inesperado. El almácigo no tiene por lo general una apariencia vigorosa y por ser un árbol intolerante y como el bosque se está poniendo más denso, puede que esté desapareciendo de gran parte del área. El crecimiento lento del yagrumo hembra que normalmente es un árbol de crecimiento rápido, puede ser debido a que los cuarteles se encuentran cerca del borde seco en la órbita de distribución de esta especie. El análisis comparativo por especies indicó que uvilla *(Coccolobis laurifolia* Jacq.) está creciendo significativamente con más rapidez que el almácigo y que la sanguinaria *(Dipholis salicifolia (L.) A. DC)* y el úcar *(Bucida buceras* L.) está creciendo significativamente con más rapidez que la uvilla. Otro análisis efectuado, usando datos de árboles intermedios (clase según la copa) corroboró el hallazgo de que los árboles de almácigo y de moca estaban creciendo significativamente con más lentitud que el promedio.

Una comparación de los índices de crecimiento según las diferentes clases según la copa indicó que los árboles intermedios crecían significativamente con más rapidez que los árboles codominantes. Esto señala el valor de estas dos clases como un índice del crecimiento en este rodal.

Cambio en Clase según la Copa es Rápido en Rodales Mejorados

En Puerto Rico se ha venido estudiando por varios años la clasificación según la copa para determinar si es confiable como índice de crecimiento futuro del árbol. Las investigaciones que se hicieron durante el

Tabla 6.—**Representación de las clases según la copa en el bosque pluvial pedemontano de de las Montañas de Luquillo**

Rodal	Por ciento del número total de árboles por clase según la copa			
	Dominante	Codominante	Intermedio	Dominado
	%	%	%	%
Virgen	4	6	27	63
Secundario				
Sin mejorar	5	11	45	39
Mejorado	4	11	57	28

año arrojaron más luz sobre este asunto. El estudio de 8 cuarteles en diferentes rodales demostró el siguiente promedio comparativo de crecimiento en las clases según la copa: codominantes 85 por ciento más rápido que los dominantes; intermedios 51 por ciento más rápido que los dominantes y los dominados 21 por ciento más rápido que los dominantes.

Con esta información a mano, puede verse la importancia que tiene sobre el crecimiento de un rodal el grado de representación de las clases según la copa. En la tabla número 6 aparece la representación aproximada según la copa en el bosque pluvial pedemontano. Estos datos, basados en cuarteles de estudios ecológicos indican la condición de densidad excesiva en el bosque virgen, con un 63 por ciento de árboles dominados. El bosque secundario está mejor en este respecto y el bosque mejorado muestra una laguna en la clase dominada debido a un esfuerzo deliberado por estimular la regeneración natural.

Las diferencias en la tabla 6 indican la naturaleza de los cambios en representación de las clases según la copa que tienen lugar en el bosque secundario en el curso de la sucesión natural hacia el clímax. La rapidez de esos cambios afecta directamente el espacio de tiempo durante el cual puedan servir las prediciones de compás de crecimiento de árboles individuales, basándose en su clasificación inicial según la copa. Un análisis de crecimiento en 3 a 5 años de los 3.980 árboles de los 12 rodales secundarios que se usaron como base para parte de la tabla 6 indicó que los árboles estaban cambiando rápidamente de una clase a otra. La proporción de los árboles en cada clase que cambió a otra clase cada año fué como sigue: dominantes 22%, codominantes 17%, intermedios 17% y dominados 5%. Cada año cambió de clase el 13 por ciento del total de árboles en estos rodales. Al cabo de 5 años no habían cambiado de clase sólo el 40% de los codominantes e intermedios.

Los datos indican que la clasificación según la copa por sí sola no es un buen índice de crecimiento en diámetro en un lapso grande de tiempo a menos que las cortas frecuentes le mantengan un ambiente constante a los árboles que se deseen. Otros factores que merecen ser investigados junto con las clases de copa en la predicción del crecimiento son el diámetro de los árboles y la densidad del rodal (área basimétrica).

También se refleja en estos datos la rapidez con que vuelve a cerrarse el rodal después de las cortas parciales. Se necesitan cortas ligeras frecuentes para mantener los rodales suficientemente abiertos para lograr crecimiento rápido.

Resultaron Confiables las Medidas de Crecimiento Diamétrico en Cortos Plazos

La falta de anillos de crecimiento confiables en las maderas tropicales hace necesario esperar que se efectúen mediciones periódicas en las investigaciones sobre compás de crecimiento diamétrico. La apremiante necesidad de tales datos requiere que el período entre una medida y otra sea tan corto como fuere posible sin menoscabo a su exactitud. Para determinar este período mínimo se analizaron los datos en gran cúmulo de datos recogidos en el pasado de parcelas de ensayo en toda la isla. En los análisis se compararon medidas de árboles, en lapsos de 1, 2 y 3 años en períodos que empezaron en diferentes cuarteles en 1941, 1943, 1944, 1945 y 1946. Se asumió que las medidas de 3 años eran confiables y se usaron como contraprueba para los otros dos períodos. Los árboles se agruparon en tres clases amplias de compás de crecimiento: lento, mediano y rápido. En cada tratamiento se compararon 100 árboles, usando la técnica de pareados. El resumen de los resultados aparece en la tabla número 7. Estadísticamente la diferencia entre los campases de crecimiento anual entre 1 año y 3 años fué altamente significativa tanto en los árboles de crecimiento lento como de crecimiento rápido. La diferencia entre los compases de crecimiento de 2 y 3 años no fué significativa.

Las lecturas altas al final del primer año se deben aparentemente a la tendencia de leer "más arriba" en los límites de dos marcas de la cinta diamétrica. La importancia de esa tendencia es mayor cuando la diferencia en tamaño es más pequeña, es decir en los árboles de crecimiento más lento y en los períodos más cortos. La estrecha relación entre los datos de 2 y 3 años indica que los errores en las medidas de dos años son pequeños aún en el caso de árboles de crecimiento lento. Este hallazgo también confirma que puede confiarse en las medidas de tres años como base para la comparación.

Se Encontró Similar el Compás de Crecimiento de Dominantes y Codominantes

En rodales cerrados es difícil diferenciar entre dominantes y codominantes. Puede que no haya árboles predominantes y surge la pregunta de sí es que todos los árboles superiores en un dosel uniforme han de considerarse como codominantes. Debido a esa dificultad se analizaron los datos disponibles para determinar la diferencia en el compás de crecimiento de los árboles clasificados en el pasado como dominantes y codominantes. El análisis se efectuó con 11 parcelas en diferentes rodales, que contenían más de 2.000 árboles. En 9 cuarteles no existía diferencia significativa entre el compás de crecimiento de árboles clasificados como dominantes y codominantes. En una parcela pequeña la diferencia fué significativa en el punto de 5 por ciento, en otra en el de 1 por ciento. La diferencia en crecimiento entre las dos clases fué más pronunciada en los rodales más abiertos, donde los dominantes tienden a quedar aislados. Se necesitan ulteriores investigaciones. Puede que eventualmente se llegue a la combinación de dominantes y codominantes en el trabajo práctico. Sin embargo las diferencias en compás de crecimiento entre los árboles codominantes, intermedios y dominados es pronunciada, por lo cual no es deseable ninguna otra consolidación.

Se Calcula la Edad de los Arboles en el Bosque Pluvial Virgen

La ausencia o desconocimiento de periodicidad en los anillos de crecimiento en los árboles tropicales impide la determinación rápida de la edad de los árboles para relacionarla con el tamaño de los árboles. Los datos de crecimiento deben acumularse gradualmente para este propósito, mediante las mediciones periódicas de los árboles marcados. En Puerto Rico los primeros datos de esa naturaleza surgieron de un análisis de los datos de cuarteles de ensayo en el bosque pluvial pedemontano virgen (tipo tabonuco) en las montañas de Luquillo. Los datos se basan en los registros de 3 años sobre el crecimiento de 639 árboles. Estos registros incluyen árboles de 2 pulgadas o más de diámetro. La edad se calculó determinando el número de años que requería un árbol a base de compás de crecimiento promedio (solamente las especies altas en el dosel) y de cada clase diamétrica para pasar a la siguiente clase. Por

Tabla 7.—Error en las medidas de crecimiento en diámetro

Período entre medidas	Compás de crecimiento anual medido como por ciento del promedio de tres años		
	Crecimiento lento 0,0-0,2" por año	Crecimiento mediano 0,2-0,4" por año	Crecimiento rápido 0,4-0,6" por año
Años	%	%	%
1	174	134	130
2	97	96	99

extrapolación se calculó que el período requerido para alcanzar 2 pulgadas de diámetro en el bosque virgen era de 90 años. Los datos aparecen en la tabla número 8. El lento crecimiento en el bosque pluvial tropical muestra la intensa competencia que se desarrolla en rodales vírgenes.

Tabla 8.—**Edad calculada para los árboles en el bosque pluvial virgen en las Montañas de Luquillo**

D.A.P.	Edad calculada
Pulgadas	Años
2	90
4	125
6	135
8	160
10	190
12	220
16	265
20	300
24	335
30	380
40	460

Se Analizó el Crecimiento de Cinco Especies en el Bosque Pluvial

Al completar las medidas por un período de 6 años en un cuartel de ensayo de 2 acres en el bosque pluvial pedemontano (tipo tabonuco) se hizo factible por primera vez el análisis estadístico del compás relativo de crecimiento de algunas especies sobresalientes de aquel bosque. A través del período, el análisis se limitó a los árboles de la clase intermedia y aquellos de d. a. p. menor de 9 pulgadas. El compás de crecimiento de 18 a 84 árboles de 5 especies diferentes fué comparado con el crecimiento medio de 34 especies en el cuartel (basado en 5 árboles de cada una). Estadísticamente no se encontró ninguna diferencia entre el compás de crecimiento de tabonuco (*Dacryodes excelsa* Vahl), *ausubo (Manilkara nitida* Sessé & Moc, Dubard), motillo (*Sloanea berteriana* Choicy) *y masa* (*Tetragastris balsamifera* (Sw.) Kuntze) y el bosque en su totalidad. El compás promedio de crecimiento de yagrumo hembra (*Cecropia peltata* L.) fué significativamente más rápido (en el punto del 5%). El compás de crecimiento de las primeras cuatro especies mencionadas no fué significativamente diferente entre una y otra. Los resultados tienden a confirmar la observación de que los árboles intermedios en los rodales cerrados están creciendo a más o menos el mismo compás.

Un análisis separado de los índices de crecimiento de las diferentes clases según la copa, que incluía 257 árboles de todas las especies indicó diferencias altamente significativas en los índices de crecimiento relativo de los árboles codominantes, intermedios y dominados.

Se Determinó el Incremento en el Bosque Pluvial de Rodales de Tamaño de Postes

Hace tres años se establecieron cuatro cuarteles de 1/4 de acre en un denso rodal del tamaño de postes (vardazcal) en el bosque pluvial pedemontano, los cuales fueron medidos otra vez para determinar el crecimiento antes del aclareo. El área basimétrica promedio antes de empezar el período era de 129 pies cuadrados por acre y aumentó 24 pies cuadrados en 3 años. El crecimiento anual promedio fué de sólo 0,09 pulgadas. El volumen total aumentó de 2.200 a 2.730 pies cúbicos por acre. El entresaque redujo el área basimétrica a 80 pies cuadrados por acre, extrayéndose 1.320 pies cúbicos por acre o sea casi el 50 por ciento del volumen, incluyendo 1.660 espeques por acre.

Se Analizó el Desarrollo de una Plantación de Caoba

En las obras de la zona caliza de la costa norte donde la precipitación anual es alrededor de 80 pies (Bosque Insular de Río Abajo) se encuentran unas plantaciones prometedoras de caoba hondureña (*Swietenia macrophylla* King). Estas plantaciones que hoy día cuentan casi 13 años han desarrollado hasta tal punto que es obvio que necesitan

entresaque. En la preparación de un experimento de entresaque en estas plantaciones se hizo un análisis del desarrollo de árboles en cuatro cuarteles de 1¼ de acre, situados en una de las mejores áreas. En la tabla número 9 aparece un resumen de ese análisis.

Tabla 9.—**Desarrollo de una plantación de caoba hondureña. Bosque Insular de Río Abajo**

Medidas (a base de un acre)	Media	Máxima	Mínima
Número de árboles	740	940	560
D.A.P. promedio, pulgadas	4,8	5,2	4,0
Espaciamiento promedio, pies	7,7	8,8	6,8
Area basimétrica, pies cuadralos	90	112	80
Volumen, pies cúbicos	1.070	1.350	910

El entresaque, que se efectúa para aminorar la competencia en el dosel y para cosechar los troncos dominados, todos los cuales son vendibles, redujo el número promedio de árboles por acre a 400, aumentó el d. a. p. promedio a 5,4 pulgadas, aumentó el espaciamiento promedio a 10,4 pies, redujo el área basimétrica a 66 pies cuadrados por acre y se extrajeron 340 pies cúbicos de madera por acre. El apeo de los árboles dominados aumentó de 34 a 67 el porcentaje de árboles dominantes y codominantes en el rodal.

La Caoba Hondureña Llega Rápidamente a su Madurez sobre Aluvión

En Puerto Rico uno de los plantíos más antiguos de caoba hondureña (*Swietenia macrophylla* king) lo constituyen dos hileras a lo largo de la antigua entrada de la Estación Experimental Federal en Mayagüez. Estos árboles fueron plantados en 1906 en suelo arcilloso aluvial en la planicie costanera, con el nivel freático aparentemente no muy lejos de la superficie. Los árboles tienen buena forma a pesar de su aparente aislamiento durante sus primeros años. Muchos de ellos dan hasta dos trozas rectas de 16 pies. El diámetro promedio de los 29 árboles a los 44 años de edad es de 23 pulgadas, con una fluctuación de 14 a 29 pulgadas. Los árboles más grandes tienen 90 pies de altura.

El Ucar Crece Despacio en el Bosque Xerofítico

Ucar (*Bucida buceras* L.) una madera buena para postes y construcciones es una de las especies nativas de mayor tamaño y más importantes de las colinas secas de la zona caliza de la costa sur, donde la precipitación anual es de unas 30 pulgadas (Bosque Insular de Guánica). Las medidas efectuadas han demostrado que el crecimiento en diámetro es muy lento en este área, pues el crecimiento anual promedio de 66 árboles ha sido alrededor de 0,05 pulgadas durante los últimos 6 años. El crecimiento ha estado casi estancado durante los últimos 2 años, con el 31 por ciento de los árboles mostrando un diámetro menor que al comenzar el período. Creyendo que este resultado se debía a desecación causada por sequías anormales durante el tiempo en que se efectuó la última medida, se procedió a estudiar los registros de precipitación de las cercanías. La precipitación total para el período de dos años que nos ocupa fué 41 por ciento más que lo normal, pero hubo una época de sequía con deficiencia del 36 por ciento en los 7 meses que precedieron a la segunda vez que se midió. Sin embargo, una deficiencia de 57 por ciento se había acumulado también durante los 5 meses que precedieron a la primera medida. Los pluviómetros están situados muy lejos de los árboles para indicar con precisión el patrón de precipitación diaria. Es posible que un solo aguacero fuerte antes de las medidas efectuadas en 1948 hayan obliterado temporalmente el efecto de una deficiencia prolongada. Si el lento crecimiento de estos árboles de úcar (la mayoría de los cuales está relativamente exenta de competencia) es un índice del crecimien-

to de la vegetación en general, entonces es muy baja la productividad de esta área.

En las Montañas el Crecimiento del Eucalipto Adulto Continúa Siendo rápido

La mayoría de los árboles de eucolipto que se plantaron en Puerto Rico a baja elevación no duraron mucho pues sufrieron de marchitez descendiente, brotaron luego por la base y se volvieron inservibles. Se desconoce la causa de esa anomalía pero puede que sea debido a la temperatura alta. Un registro de 5 años relativo al crecimiento de árboles de *Eucalyptus robusta* Smith de 24 años de edad y a una elevación de 2.000 pies (Bosque Insular de Maricao) en las montañas del oeste confirma los indicios en época anterior de crecimiento rápido y sostenido a esa elevación. Esta plantación está creciendo sobre un suelo arcilloso laterítico pobre el cual le es adverso a la mayoría de las especies forestales. La precipitación anual es alrededor de 100 pulgadas y la temperatura media de unos 72°F. El crecimiento anual promedio para 48 árboles durante 5 años fué de 0,31 pulgadas. Para 15 árboles de más de 12 pulgadas de d. a. p. el crecimiento fué de 0,41 pulgadas y para un árbol de 16 pulgadas el crecimiento anual fué de 0,82 pulgadas.

Rápido el Crecimiento en Diámetro de Fraxinus sp.

En un período de 4 años, según las medidas efectuadas en una plantación de *Fraxinus* sp. de 17 años, a una elevación de 3.000 pies en las montañas centrales (Bosque de Toro Negro) los árboles han crecido rápidamente en diámetro. El crecimiento anual promedio para 100 árboles en una plantación densa es de 0,24 pulgadas, siendo el de unos pocos dominantes de 0,43 pulgadas. Pero el crecimiento en altura es muy lento ya que los árboles tienen menos de 25 pies de altura.

Se Preparan Tablas de Volumen para Postes y Espeques

Se preparó una tabla de volumen de troncos sin corteza para postes y espeques como medida del rendimiento. Esta tabla, basada en 275 postes y espeques de 26 especies en las Montañas de Luquillo, se hizo a base del método de mínimos cuadrados. Los volúmenes se computaron según la fórmula $V = D^2 + Dd + d^2 \times 0{,}001818 \times L$. La fórmula final para la tabla fué Volumen sin corteza (en pies cúbicos) $= 0{,}005801$ (diámetro más pequeño sin corteza)$^2 \times$ largo $- 0{,}244$. La diferencia agregada de esta tabla era 0,00 y la desviación promedio fué de 21,7 por ciento. Las pruebas preliminares indican que esta tabla puede aplicarse en toda la isla.

Se Preparó una Tabla de Volumen para Estudios de Incremento

En Puerto Rico los estudios sobre crecimiento de árboles se han confinado en su mayor parte a medidas periódicas del diámetro. Los estudios sobre crecimiento de diámetro están mostrando la inherente capacidad de crecimiento de diferentes especies, la adaptabilidad a los medios estacionales y la reacción ante la competencia y la liberación. Un paso hacia adelante es determinar el incremento en volumen a base de área como una medida del rendimiento según las diferentes prácticas de ordenación. Durante el año pasado se prepararon tablas de volumen para usarse en cuatro series de cuarteles de crecimiento. Estas tablas muestran el volumen total de los árboles de altura promedio y han de usarse en rodales estacionales jóvenes y mixtos, en el bosque pluvial mixto y en plantaciones puras de maría (*Calophyllum calaba* Jacq.) y caoba hondureña (*Swietenia macrophylla* king).

Metodos Practicos para Aumentar la Productividad de Tierras Forestales

La creciente productividad de las tierras forestales hace imperativo el mejoramiento de los bosques existentes y la regeneración de las tierras desforestadas. Se comenzaron los estudios sobre la mejora forestal mediante cortas parciales y subplanta-

ción. La regeneración de tierras forestales ha comprendido los estudios sobre semillas forestales, propagación, plantación y adaptabilidad a medios estacionales.

Progreso Logrado en el Inventario de Plantaciones

Una petición del Servicio de Extención y del Servicio de Conservación relativa a información local específica sobre adaptabilidad de las diferentes especies de árboles a las diversas partes de la isla ha señalado la necesidad de estudiar los plantíos más viejos que se encuentran en tierras privadas para así suplementar los estudios similares que se han completado recientemente en las tierras públicas. Los registros del Servicio de Extensión y del Servicio Forestal Insular suministraron datos para unos 500 plantíos en fincas establecidos hace 5 años y los cuales contenían más de 500 árboles cada uno. Los plantíos, 174 en total, a lo largo de la costa norte, sur y este han sido examinados. Según las observaciones hechas hasta la fecha pueden derivarse ciertas conclusiones generales:

1. La supervivencia es muy baja. De las muchas fincas comprendidas se encontraron pocos o bien ningún árbol. En los casos en que se encontraba el agricultor original éste explicaba las pérdidas a base del tiempo durante la siembra, la tardanza entre el arranque y la siembra del material de vivero o daños efectuados por el ganado. En los mejores casos los árboles reciben una manipulación ruda y se plantan en medios estacionales pobres y degradados. Las especies que mostraron supervivencia más alta fueron las especies rústicas tales como (*Casuarina equisotifolia* Forst.), casia Siam (*Siacassia siamea Lamb.*), albizia (*Albizzia cera Benth*) y teca (*Tectona grandis* L.)
2. Se encontraron pocas plantaciones en bloque. La mayoría eran hileras sencillas de árboles, casi siempre a lo largo de colindancias.
3. Los árboles que sobreviven no son bien utilizados y es remota la posibilidad de que lleguen a tamaños maderables. La tenencia de tierras y los cambios frecuentes de dueño acortan las posibilidades de vida de los árboles hasta tal punto que sólo deben recomendarse especies que produzcan productos en términos de 5 a 10 años.
4. Hay gran necesidad de más cercos vivos en las fincas. El uso de especies que sirvan para espeques y que broten de cepa economiza labores y exime a los bosques de las fincas de la presión de cortas anuales intensas.

Brotes Jóvenes Usados Para Propagar el Bambú

La extensión de las plantaciones de bambú están limitadas por el peso del material de siembra (macollas, divisiones de las partes subterráneas). Siguiendo una sugerencia del Dr. F. A. McClure de la Oficina de Relaciones Agrícolas Extranjeras se probó con pequeños brotes que es material más liviano. El bambú produce de 2 a 4 vástagos de alrededor de 1'2 pulgada de diámetro durante el primer año después de sembrados. Estos vástagos son más blandos que los troncos viejos y pueden desprenderse de la madre con un machete amolado o con una segueta. Pruebas en las cuales se extrajeron y sembraron 30 vástagos indican que (1) no se muere la cepa si se le deja un vástago, (2) los vástagos no son mucho mayores o más pesados que el material de vivero (3) la supervivencia inicial al menos con *Bambusa longispiculata* Gamble ex Brandis es de 70 por ciento o más, lo cual es mejor que usando macollas y (4) los vástagos no muestran señales de reacción al trasplante y no cesan temporalmente de crecer. Se están haciendo ulteriores pruebas con ésta y otras especies de bambú.

La Subplantación en Rodales de Casuarina Promete

La ausencia de diseminado de *Casuarina equisetifolia* Forst. bajo las plantaciones de esta especie hace necesaria una replantación costosa después del aprovechamiento. Las pruebas sobre subplantación de rodales de casuarina poco antes del aprovechamiento indican que ésta práctica puede ser deseable para beneficiarse de la cubierta protectora que ofrece el rodal. La luz difusa bajo los árboles está resultando adecuada para el crecimiento de muchas especies y sin embargo mantiene a raya yerbajos y trepadoras. Después del primer año la supervivencia es elevada y entre las especies que están creciendo bien se encuentran: Capá prieto (*Cordia alliodora* (R. & P.) Cham), guaba (*Inga vera* Willd.) capá blanco (*Petitia domingensis* Jacq.), caoba dominicana (*Swietenia mahagoni* Jacq.) y caoba hondureña (*Swietenia macrophylla* King). Si estos plantíos continúan desarrollándose bien, la casuarina podría usarse como árbol tutor en sitios adversos. Los semillones de casuarina que se subplantaron no medran aparentemente debido a intolerancia a la sombra.

Pino macho Recobra Vigor en las Montañas Occidentales

Los plantíos experimentales de pino macho (*Pinus caribaea* Morelet) que se efectuaron en 1948 en 8 medios estacionales diferentes daban la impresión de una pérdida total. Los árboles se tornaron cloróticos y no crecían o bien crecían poco. En un esfuerzo por salvar suficientes semillones para continuar las observaciones, se les aplicó bastante superfosfato de calcio. Durante el pasado año una plantación en las montañas occidentales (Bosque Insular de Maricao) recobró vigor. Estos árboles se hallaban en lo que se creía era el peor medio estacional, un suelo arcilloso laterítico ácido muy escaso en nutrimentos. La precipitación es alrededor de 100 pulgadas anuales y la elevación es de unos 2.000 pies sobre el nivel del mar. Las hojas han recobrado su color verde y el crecimiento en altura ha comenzado. Esta convalescencia es inexplicable ya que empezó antes de aplicar el superfosfato y ha continuado en los árboles sin tratar. No hay evidencia de micorrizas en las raíces de estos árboles.

El Rápido Incremento en Area Basimétrica Demanda Ciclos de Corta Cortos

Las cortas de mejora en bosques mixtos que no han sido tratados anteriormente reducen materialmente el diámetro promedio y la densidad del rodal y aumenta el crecimiento en diámetro del árbol. Los estudios de rodales jóvenes mejorados indican que su diámetro promedio fluctúa entre 3, 5 y 6,0 pulgadas (para los árboles de 1,6 pulgadas o más) que la densidad adecuada para rodales en ese diámetro está comprendida entre 60 y 100 pies cuadrados por acre. A menos de 60 pies cuadrados los bejucos y yerbajos invaden el rodal. A más de 100 pies cuadrados aumenta excesivamente la proporción de árboles dominados y el crecimiento individual de los árboles desmerece. En estos límites de diámetro promedio se necesita otro entresaque al llegar a un aumento de alrededor del 25 por ciento del área basimétrica que se hubiere dejado después de la corta. En la tabla número 10 aparece el espacio de tiempo del ciclo de corta que corresponde a ese aumento en 25 por ciento en el área basimétrica en diferentes rodales. El diámetro y el crecimiento que aparecen en la Tabla 10 han sido tomados de cuarteles de prueba en cada tipo forestal comprendido. Puede verse la necesidad de cortas frecuentes en todos los tipos excepto en el bosque matorral montano donde el crecimiento en diámetro es muy lento.

Se Trata de Erradicar el Muérdago (Piñita)

Al descubrir que la piñita (*Phthirusa* sp.) se propaga con rapidez particularmente sobre maga (*Montezuma speciosissima* Sesse & Moc.) en las plantaciones forestales de la

zona caliza del norte (Bosque Insular de Guajataca), se procedió a estudiar los métodos de control. La propagación de esta enfermedad ha sido aparentemente muy rápida y hoy día tanto como el 80 por ciento de los árboles están infestados en ciertas áreas de plantaciones que sólo tienen 12 años de edad. Si realmente la infección ha tenido lugar en su totalidad en los últimos 5 años, como parece probable, hay pocas probalidades de poder practicar su control. Se empezó una prueba sobre la rapidez de su propagación en un área de 14 acres en dos abras aisladas procediendo en primer lugar a erradicar todo el muérdago visible, aclarando y podando. Este trabajo fué difícil y elevó 5 jornadas de trabajo por acre. Es dudosa su justificación como una práctica general a menos que provea protección por un período largo. Los primeros indicios subsiguientes a ese tratamiento son de que una pequeña parte de la infección no se había descubierto. Además, al cabo de 3 meses después de haberse practicado el tratamiento se observó sobre algunos árboles lo que parecía ser una nueva infección. Sin embargo, no se ha determinado aún concluyentemente el compás de re-infección. Si la erradicación resulta poco práctica se estudiará la naturaleza y alcance de los daños causados a los árboles y los métodos para reducir esos daños a un mínimo.

Metodos Practicos para Aumentar la Utilidad y Durabilidad en Servicio de la Madera

La investigación sobre utilización de la madera se ha limitado a estudios simples de un problema apremiante: el deterioro de espeques. Los experimentos se relacionan con la durabilidad en servicio de espeques sin tratar y la efectividad de tratamientos simples con preservativos.

Tres Especies Usadas Para Espeques Absorben la Carbolina

El tratamiento de los espeques de *Casuarina equisetifolia* Forst con carbolina, usando el proceso de baño en caliente y frío ha resultado efectivo por lo menos durante seis años. Por lo tanto se llevaron a cabo pruebas con otras especies comúnmente usadas para espeques: *Eucalyptus robusta* Smith, *E. resinifera* Smith y *Micropholis chrysophylloides* Pierre. El tratamiento por 4 a 6 horas de 80 a 100° C seguido por 14 horas de enfriamiento produjo en todas las especies una absorción de por lo menos 6 libras de preservativo por cada pie cúbico. Esta absorción es excesiva en términos del costo del preservativo pero demostró que la absorción no es difícil de obtener en estas maderas duras en el caso de este preservativo y usando este método. La penetración estuvo confi-

Tabla 10.—**Duración del ciclo de corta según indicado por el incremento en área basimétrica en rodales mejorados**

Rodal	Base (Número de cuarteles de 1/4 acre)	D.A.P. promedio	Crecimiento anual promedio en D.A.P.	Número de años que toma aumentar el área basimétrica un 25 por ciento
		Pulgadas	Pulgadas	Años
Bosque pluvial	6	3,5-4,6	0,10-0,15	3-4
Bosque-Matorral montano	4	4,7-4,9	0,06	10
Plantación de caoba* de 13 años	4	4,4-5,9	0,15	4-5

* *Swietenia macrophylla* King

nada en gran parte a las capas de albura más activa y aparentemente fué longitudinal por completo. Los espeques tratados se clavaron en la tierra para determinar su durabilidad.

Tres Especies Usadas para Espeques Absorben el Preservativo por Difusión

La búsqueda de un método simple para tratar los espeques con preservativo, condujo a las pruebas de difusión. Los espeques recién cortados y sin descortezar fueron colocados verticalmente en una solución acuosa de preservativo, que fué en este caso cloruro de zinc cromatado y encobrado, al 25 por ciento. Se comenzaron las pruebas usando espeques de *Eucalyptus robusta* Smith y guaba (*Inga vera* Willd.) para determinar el compás de absorción. El primer grupo de 8 espeques de eucalipto absorbió en 16 días una libra de reactivo por pie cúbico de madera. El segundo grupo requirió 19 días para absorber esa cantidad. Un grupo de espeques de guaba requirió 19 días. Los árboles tratados se han almacenado con el tope hacia arriba por 3 meses antes de clavarlos en tierra. Se probará con especies adicionales.

Cinco Especies Usadas para Espeques Muestran Durabilidad Nativa Sobresaliente

Los ensayos sobre durabilidad en la costa norte de espeques sin tratar han señalado que muy pocas especies duran más de 24 meses. Re-examinando 32 especies de un estudio se encontró que había 5 especies superiores a las demás. La tabla número 11 indica su condición.

EDUCACION

El tiempo que transcurre entre el descubrimiento de nuevos hallazgos en la investigación forestal y su aplicación práctica es tan largo que los miembros del personal de la estación han dedicado cada vez más tiempo a diseminar la información forestal. La Estación fué el instrumento en la inauguración el año pasado del primer curso formal de dasonomía en el Colegio de Agricultura de la Universidad de Puerto Rico. Dicho curso relativo a la ciencia forestal aplicada a la finca y un seminario sobre conservación de recursos naturales está a cargo de un dasónomo entrenado en esa profesión. La Estación ayudó a bosquejar esos cursos y los miembros del personal dictaron dos conferencias en el seminario sobre conservación forestal.

Se dieron tres charlas por radio sobre ciencia forestal, describiendo la Estación y sus trabajos en una de ellas. En la Carta Mensual de Extensión se publicó un artículo. A cuatro grupos cívicos se le describieron los bosques y la investigación forestal en

Tabla 11.—**Estado de los espeques en la costa norte**

Especie	Servicio	Número de espeques en servicio (de 8 probados)	
		Sin ataque de termes	Atacados por termes
	Meses		
Tetrazygia eleagnoides (Sw.) DC	42	4	—
Citharexylum fruticosum L.	42	4	3
Chrysophyllum pauciflorum Lam.	36	6	1
Chrysophyllum oliviforme L.	36	4	1
Phyllanthus nobilis Muell.	42	4	1

Puerto Rico. En el campo se le hizo una demostración de las nociones de selvicultura a un campamento 4-H y a un grupo de 30 agentes de campo del Servicio de Conservación de Suelos. Se discutieron los problemas forestales y su posible solución con 20 líderes de comunidad como parte del programa de educación de una comunidad pública. Se entrenaron a los funcionarios de campo de seis Bosques Insulares en mejora de rodales madereros, como preparación para un nuevo proyecto en ese ramo.

LITERATURA CITADA

1. TROPICAL FOREST EXPERIMENT STATION. 1949 — Ninth annual report and program. Carib. Forester 10:81 - 160.
2. COTTAM, G. 1949 — The phytosociology of an oak woods in southwestern Wisconsin. Ecology 30:271-287.

Reseñas Bibliográficas

En esta sección damos cuenta de los libros, revistas, folletines y artículos recientemente recibidos, principalmente los que se relacionan con la dasonomía y ciencias afines.

Estados Unidos de Venezuela, Ministerio de Agricultura y Cría, Departamento de Divulgación Agropecuaria. Estudio de las zonas forestales del estado Portuguesa. Caracas, 1949.

En su estado primitivo los Llanos Occidentales de Venezuela poseían incalculable riqueza en maderas finas. La acción del hombre explotando solamente las maderas de valor, desmontando y quemando para fines agropecuarios nomádicos ha modificado considerablemente el área forestal de manera que restan muy pocas selvas vírgenes. En ecología la regresión forestal sucesional se manifiesta en dos formas. En primer lugar transformando el bosque primario en bosque degradado, acción provocada por los fuegos rastreros mediante eliminación de las esencias de valor que son sustituídas por formaciones resistentes a los fuegos. Los efectos de esta degradación no sólo se dejan sentir sobre la vegetación forestal sino que también degradan el suelo y alteran el clima. En segundo lugar transformando el bosque primario en bosque secundario, acción provocada por el cambio a cultivo agrícola y por los desmontes. Los caracteres peculiares a este último tipo de regresión son maderas de inferior calidad y abundancia de arbustos y bejucos en el sotobosque lo cual dificulta la circulación humana.

Un inventario científico de cuatro parcelas de ensayo en las zonas forestales del estado de Portuguesa demostró: composición heterogénea, pobreza en número de árboles por unidad de superficie, escasez de especies valiosas y ausencia de regeneración de maderas finas. Los principales árboles maderables que crecen en los bosques del estado Portuguesa se pueden clasificar de la siguiente manera: entre las maderas finas *Swietenia candollei* Pittier (caoba) y *Cedrela mexicana* Roem. (cedro); entre las maderas duras *Astronium graveolens* Jacq. (gateado), *Chlorophora tinctoria* Gaud. (mora) y *Platysmicium polystachym* (roble) y finalmente entre las maderas blandas *Tabebuia pentaphylla* Juss (apamate), *Bombacopsis sepium* Pittier (saqui-saqui), *Anacardium rhinocarpus* D. C. (mijao) y *Hura crepitans* L. (jabillo).

Según expresado en este folleto a Venezuela le falta no solamente una Estación Experimental Forestal para los Llanos Occidentales sino que para Venezuela ente-

ra. De ello que no se haya efectuado ningún estudio selvicultural a tono con la actualidad científica. La explotación forestal en los Llanos de Portuguesa se hace a base de permisos de corte en bosques particulares y ejidos y en concesiones en baldíos. En ambos casos se fija plazo y número de metros cúbicos por especie. También impone el Servicio Forestal una circunferencia mínima de corta. Se señalan las siguientes deficiencias en el sistema de explotación: mala nutrición del obreraje, falta de herramientas modernas, afilaje inadecuado de las herramientas y conocimientos rudimentarios de parte de los madereros. Los objetivos a lograrse deben ser: mejorar el nivel de vida del obrero, adiestrar, debidamente para elevar el nivel profesional, adquirir herramientas a precios ventajosos y disminuir el despilfarro de madera. Para luchar contra la destrucción de sus bosques el estado de Portuguesa cuenta con un Servicio Forestal cuyos reglamentos numerosos son más teóricos que prácticos, un cuerpo forestal reducido y escasez de personal capacitado disponible. Se señalan algunas fallas del sistema actual de inspección. La inspección se hace en la salida de las grandes zonas de explotación en las carreteras. La falta de control de la tala dentro del propio bosque acarrea innumerables infracciones a los reglamentos. La excesiva centralización causa demoras que complican la tarea de las oficinas locales.

Las recomendaciones que propone la Comisión Técnica para contribuir a corregir este problema forestal global en el Estado Portuguesa son de dos categorías: medidas inmediatas y medidas a largo plazo. Entre las primeras se hayan:

1. Creación de una Oficina Técnica Forestal con autonomía técnica y administrativa y que disponga de los recursos monetarios necesarios.
2. Fundación de una Estación de Investigaciones Forestales para los Llanos Occidentales, como dependencia de la Oficina Técnica Forestal.
3. Creación de un Servicio de Reforestación en el seno de la Oficina Técnica que se ocupe de todos los aspectos de la reforestación, incluyendo viveros, reforestación y cuido de plantaciones.
4. Deslinde definitivo e inscripción de los terrenos baldíos y deslinde de aquellos destinados como reservas nacionales inalienables.
5. Adopción de una nueva fórmula y tabla de cubicación.
6. Uso del martillo forestal para marcar los árboles que han de cortarse.

Recomendaciones de largo plazo:

1. Deslindar las zonas agrícolas y las forestales, regular la utilización.
2. Lucha contra los incendios mediante la creación de cooperativas de propietarios forestales.
3. Ayuda técnica y mejoramiento de la capacidad de los propietarios privados y colaboración con otras dependencias del Ministerio en lo referente a la Reforma Agraria y la organización selvicultural de la región.
4. Fomentar la transformación progresiva de la industria actual de "productos crudos" en industria de "productos acabados" que rinde mejores perspectivas de trabajo y perfeccionamiento industrial al país.

Después de escritas estas notas hemos sabido de la creación de una Estación Experimental en Bejarano, cerca de Caracas. Carecemos de detalles al respecto.

Explotaciones Forestales en el Sureste de México

MARIO AVILA HERNANDEZ

México

El presente estudio tiene por objeto señalar las explotaciones forestales que se llevan a cabo en el sureste de México, abarcando los estados de Campeche, Yucatán, Tabasco, Chiapas y el territorio de Quintana Roo. También se discuten las tendencias e ideales que deben gobernar las explotaciones forestales, para obtener el mejor aprovechamiento de estos recursos naturales de México. Esos ideales van encaminados hacia el progreso de estas regiones actualmente muy deshabitadas.

Como consecuencia de lo anterior, se discutirán los siguientes capítulos: (1) características de los montes, (2) bases técnicas y principios que debían regular el mejor aprovechamiento de esos montes, (3) explotación forestal en el pasado y (4) medidas para encauzar esta explotación hacia las normas mencionadas.

Caracteristicas de los Montes

Los montes que nos ocupan están situados todos ellos en los límites de la Zona Tropical y a una elevación que no sobrepasa los 3.000 pies sobre el nivel del mar. La naturaleza de estos bosques varía, según las diferencias que hubiere en humedad, temperatura, suelo, topografía y situación geográfica. Las fluctuaciones en humedad disponible originan los diversos tipos ecológicos siguientes:

Bosque higrofítico (Hygrophytia, montes de tipo ecuatorial): — Se encuentra en las faldas de la sierra chiapaneca y del Cobán, debido a las precipitaciones pluviales ocasionadas por la topografía del lugar. La sinecia climácica de este tipo forestal es perennifolia.

Bosques subhigrofítico (*Sub-hygrophytia, montes tropicales*).— Abarca gran parte del estado de Tabasco y la parte sur del estado de Campeche y del territorio de Quintana Roo. Aunque se presenta una época de sequía, la humedad en esta sinecia es suficiente para que los montes presenten un aspecto verde durante todo el año. En este bosque prosperan con facilidad la caoba (*Swietenia macrophylla* King), el chicozapote (*Achras zapota* L.) y otras especies de tipo perennifolio.

Bosque higrotropofítico (Hygrotropophytia.)— Abarca la parte central del estado de Campeche y del territorio de Quintana Roo. En esta zona el período de seca es mayor y empiezan a predominar las especies de tipo caducifolio, como el cedro (*Cedrela mexicana* Roem), el pasaak (*Simaruba glauca* DC), el tzalám (*Lysiloma bahamensis* Benth.) el ciricote (*Cordia dodecandra* DC.) y el ramón (*Brosimum alicastrum* Sw.). Estas especies constituyen montes con follaje poco espeso, los árboles alcanzan alturas hasta de 15 m. y diámetros de 50 a 60 cms.

Bosque mesoxerofítico (*Mesoxerophytia*). —Abarca la parte norte del territorio de Quintana Roo y todo el estado de Yucatán. En esta zona se combina el clima semiseco con primavera seca, cálido sin estación invernal, con el aspecto edafológico que origina montes donde predominan las especies caducifolias, en forma de arbustos o de árboles muy poco desarrollados.

Bosque hidrofítico (Hydrophytia). — Abarca las partes inundables de la desembocadura de los grandes ríos en el estado de Tabasco y parte sur del estado de Campeche. En estas zonas prosperan las gramíneas, dando lugar a la formación de grandes pastizales. Al mismo tiempo, como punto de transición se encuentran las sabanas, donde prosperan con facilidad los guiros (*Leucaena macrophylla* Benth.) en unión con las gramíneas. En la desembocadura de los ríos, debido a la influencia de las mareas, la

vegetación que prospera profusamente es el manglar (*Rhizophora mangle* L., *Conocarpus erecta* L. y *Avicennia nitida* Jacq.), constituyendo el tipo ecológico denominado halohydrophytia.

Estos tipos ecológicos varían considerablemente y a menudo se entrelazan cuando las condiciones de humedad incrementan o merman por influencia topográfica o edáfica. A excepción del manglar, estas sinecias son mezclas irregulares y complejas de especies arbóreas. La constitución heterogénea de esas mezclas dificulta la determinación del área precisa de habitación de cualquier especie dada. Existen amplias diferencias entre las especies en lo que respecta a altura máxima, diámetro máximo, ramificación, porcentaje de albura y duramen, incremento y turno, lo cual impide que en la práctica se puedan agrupar diferentes especies para facilitar los cálculos sobre rendimientos o posibilidad. Parece que los anillos de crecimiento no son anuales, sino que de acuerdo con el grado de luz y humedad que reciben los sujetos, se formarán dos y hasta tres anillos anuales. En algunos sitios las especies invasoras y agresivas están ocasionando la eliminación de las maderas más codiciadas. Para hacer desaparecer este peligro debe recurrirse a la repoblación artificial.

Al ser eliminada la cubierta vegetal como consecuencia de los desmontes, la capa orgánica almacenada por muchos años se destruye rápidamente debido a la acción bacteriana, que encuentra un medio propicio por las condiciones de temperatura y humedad creadas. Según ocurre en los suelos calcáreos de la península yucateca, si gran parte del suelo es arrastrado a través de las grietas es inevitable que la sucesión de la sinecia sea hacia tipos forestales inferiores, originando una degradación en la capacidad productiva de la tierra. Quizás haya sido ésta la causa de la decadencia y desaparición del Imperio Maya que una vez prosperó en estas regiones, cuyas ruinas son hoy día mudos testigos del grado de civilización que alcanzó. Por eso ahora que se intenta la colonización de estos lugares, es necesario estudiar detenidamente las potencialidades de la tierra, que puede ser la piedra angular del éxito de tan loable propósito.

NORMAS RECOMENDABLES PARA LA ORDENACION FORESTAL

El objetivo primordial de la dasocracia debe ser la obtención en un bosque dado de la renta máxima anual y constante dentro de la especie, método de beneficio y turno que se hubiere adoptado. Esta condición se ve satisfecha cuando el monte ha alcanzado su normalidad. En un bosque tropical cuyas características difieren mucho de la normalidad, únicamente se podrán establecer normas generales para poder acercarse hasta donde sea posible, a la realización de este postulado ideal. Por lo tanto se recomienda lo siguiente:

1. Aprovechar el mayor número de las especies existentes en favor integral.
2. Substituir las especies inaprovechables, estableciendo una mezcla apropiada con las demás, que mejore o cuando menos iguale las condiciones que prevalecían en la mezcla original, con el fin de no contradecir a las leyes sucesionales naturales.
3. Procurar suministrar a las especies que formen la mezcla, las condiciones ambientales óptimas, para mayor incremento tanto en calidad como en cantidad.
4. Conservar una distribución adecuada de clases de edad para cada especie, con el fin de asegurar una renta constante.
5. Escoger la especie para el turno y el método de beneficio que esté de acuerdo con los productos que se desee obtener.
6. Introducir especies exóticas que sean superiores a determinadas especies nativas.
7. Aplicar las medidas necesarias para la adecuada protección forestal.
8. Aprovechar únicamente lo que sea compatible con un rendimiento a perpetuidad, determinado por métodos experimentales.

Para llevar a cabo estas recomendaciones es preciso que los bosques tropicales sean protegidos contra el fuego, la erosión y las plagas y enfermedades. Es imperativo efectuar inventarios forestales para determinar la totalidad de los recursos forestales. Se necesita una organización que se dedique a la investigación forestal. Las industrias forestales deben organizarse de tal modo que localizen mercados nuevos y mejores, produzcan productos bien acabados y mejoren la técnica de producción, las vías de comunicación y las condiciones de vida de los trabajadores forestales. Debe garantizarse el régimen de propiedad como estímulo para el establecimiento de indcstrias forestales.

UTILIZACION FORESTAL EN EL PASADO

Como en todos los países latinoamericanos, la utilización de los bosques en México ha sido en forma ocasional, casuística y perjudicial a los intereses nacionales. Sin dejar de reconocer que este sistema y sus resultados funestos han constituído la prima que es necesario pagar para llegar a adquirir la madurez en este aspecto; actualmente urge fincar las explotaciones forestales bajo un sistema que haga factible el aprovechamiento de la renta que producen los montes sin destruírlos, así como incrementar la industria; logrando en esta forma que la exportación de los productos elaborados reporte beneficios que constituyan la base sólida del bienestar y el progreso de nuestra nación.

La explotación forestal en los bosques tropicales ha ocasionado los mayores daños a nuestra reserva, a cambio de reducidos beneficios que no han permitido siguiera el desarrollo demográfico de estas regiones, como se demuestra por la manifiesta estabilidad en población en el estado de Campeche y el territorio de Quintana Roo desde el siglo pasado hasta nuestros días. El desarrollo agrícola e industrial de la región ha sido muy lento. A partir de la iniciación a principios de este siglo, de las explotaciones forestales en el sureste hasta el año de 1945 puede decirse que únicamente se obtuvieron productos en bruto (maderas preciosas en rollo y chicle) que se han dedicado a la exportación con el fin de ser industrializados o elaborados en otros países de técnicas industriales más avanzadas.

El sureste de México carece de adecuadas vías de comunicación, que son de vital importancia para el desenvolvimiento de las explotaciones forestales y para el establecimiento de industrias forestales. Como resultado de esta deficiencia solamente se siguieron métodos rudimentarios para la explotación forestal que abarcaba sólo pequeñas zonas localizadas a lo largo de las márgenes de los ríos. Los precios elevados por la demanda y la falta de control de parte del gobierno originaron la desaparición de las maderas preciosas en regiones enteras tales como los predios cercanos a las márgenes de los ríos Hondo, Candelaria, Usumacinta, Grijalva, Tonalá y Santa Ana.

En el caso de la explotación chiclera, la facilidad de transportar el producto obtenido, permitió la introducción del transporte aéreo, lo cual, unido al auge de la población, causó el saqueo del bosque tropical del sureste, por falta del debido control. Los trabajos de inventarización forestal en el estado de Campeche demostraron plenamente el agotamiento de ese recurso.

El incremento de la explotación chiclera durante la pasada guerra dió lugar a la formación del Comité de Fomento y Vigilancia de la producción, explotación y exportación de chicle y madera en los estados de Yucatán, Campeche, Tabasco, Chiapas y el territorio de Quintana Roo. Los fines y propósitos de ese comité aunque muy encomiables, no pudieron realizarse más que en una mínima parte, pues hasta la fecha no se ha obtenido el mejoramiento efectivo de los trabajadores, ni tampoco la conservación de las especies sujetas a explotación. Sin embargo, algo se logró al unificar y defender a los contratistas nacionales, así como al elevar el precio de estos productos de acuerdo con su demanda. En el presente el chicle de segunda y de tercera clase no tiene mercado y por ciertas dificultades para surtir los mercados exteriores con chicle de primera clase, su aprovechamiento ha disminuído beneficiándose

en esta forma los montes productores, porque se está permitiendo la recuperación de la especie de chicozapote (*Achras zapota L.*) tan intensamente trabajada en años anteriores. Sin embargo puede decirse que no se ha tenido ningún progreso en la organización de esta explotación con fines de obtener su aprovechamiento racional, ni tampoco en lo que respecta a la industrialización en la medida que requiere el gran volumen de producción.

A partir del año de 1946, con el progreso obtenido por la apertura de parte de la vía del ferrocarril del sureste y la iniciación de la carretera Escárcega-Chetumal, fué posible el desplazamiento de la explotación de maderas preciosas hacia montes vírgenes más alejados, lo cual ocasionó la formación de 36 concesiones en terrenos de propiedad nacional, cada una de 25.000 Hs. en los municipios de Champotón y El Carmen. La explotación en estas concesiones, controladas por cinco compañías, tiene por objeto elaborar madera aserrada de las especies preciosas para exportación y en un futuro muy lejano obtener madera multilaminar utilizando nuevas especies. En estas concesiones se ha exigido por parte de las autoridades forestales un mejor control con el fin de obtener un aprovechamiento más racional.

A lo largo de la vía del Ferrocarril del Sureste se autoriza anualmente la explotación de maderas preciosas y maderas corrientes, en forma de temporadas. Esta práctica ocasiona graves perjuicios para la conservación de los recursos forestales por falta de garantías y control, impidiendo que se realice esta explotación sobre la base de un aprovechamiento racional, ocasionando un fuerte agotamiento de este patrimonio nacional. Las explotaciones realizadas al amparo de las autorizaciones anuales por temporadas, tanto de maderas preciosas como de chicle, provocan daños funestos porque no estimulan las inversiones que permitan un desarrollo en la industria maderera ni tampoco emplean prácticas silvícolas que hagan factibles la conservación del capital monte para la obtención de una renta constante. Sin embargo, se han tomado las medidas necesarias para evitar la exportación de maderas en forma de trozas, haciendo posible la instalación de varios aserraderos, tales como los de Escárcega, Campeche y Zho-Laguna, a lo largo de Río Hondo. Esto ha originado la creación de nuevas fuentes de trabajo para los habitantes de la región, el establecimiento y mejoramiento de colonias y el mejor aprovechamiento de los residuos de la explotación.

Se ha establecido una concesión en la parte nordeste del estado de Yucatán y del territorio de Quintana Roo, que abarca terrenos nacionales, ejidales y particulares, con el fin de asegurar el abastecimiento de materias primas para la elaboración de madera aserrada, madera multilaminar, duelas y puertas. En esta industria forestal se utilizan varias especies como son el cedro (*Cedrela mexicana* Roem.) el chaká (*Bursera simaruba* (L.) Sarg.), el chechén (*Metopium brownei* (Jacq.) Urb.), el bojón (*Cordia alliodora* (R. & P.) Cham.), y el tzalám, (*Lysiloma bahamensis* Benth.). La utilización es casi en forma integral porque esta unidad es bastante adelantada en técnicas modernas. Es quizá la única explotación forestal en México que se acerca más hacia las normas establecidas para el mejor aprovechamiento de los bosques tropicales.

En el estado de Tabasco fué tal el abuso cometido en la explotación de maderas preciosas que provocó el agotamiento de sus montes, por lo cual actualmente su explotación es casi nula. Sin embargo, queda dentro de las posibilidades actuales el aprovechamiento de la almendra de coquito de aceite (*Scheelea liebmanni* Becc.), pero parece que no se ha intentado su explotación en formo integral reduciéndose únicamente a la recolección y venta en fruto de su almendra. También se ha intentado el establecimiento de una fábrica que aproveche la corteza del mangle en la zona que ocupa las márgenes del río Tonalá.

En la parte tropical del estado de Chiapas, por la vertiente del Golfo, la explotación de maderas preciosas se ha reducido debido a inaccesibilidad de los rodales aprovechables; sin embargo, en el municipio de Pa-

lenque hay en proyecto la instalación de una gran unidad de explotación para obtener maderas laminadas.

En la construcción del Ferrocarril del Sureste, gran cantidad de maderas duras fué utilizada para el tendido de la vía en forma de durmientes sin preservar, provenientes en su mayoría de los desmontes efectuados en los bosques nacionales situados a lo largo de ella y en pequeña proporción de las explotaciones de maderas duras, en especial del jabín (*Ichthyomethia communis* Blake), chacté (*Caesalpinea platyloba* Wats.), pucté (*Bucida buceras* L.) tzalam (*Lysiloma bahamensis* Benth.) y granadillo (*Dalbergia retusa* Hemsl.). Además se concedieron montes nacionales en los municipios de Cárdenas, Huimanguillo y Tenosique, Tabasco y en el municipio de Palenque del estado de Chiapas, para el abastecimiento de maderas duras para el ferrocarril. Sin embargo, los abusos cometidos por los contratistas y el uso de los durmientes sin creosotar, ocasionará el agotamiento de estas maderas, si no se reglamenta esta explotación de acuerdo con las leyes de la dasocracia.

Medidas por Medio de las Cuales Pueden Estimularse las Practicas Forestales Deseables

La mayor parte de los predios forestales que se encuentran en esta clase de montes son de carácter nacional e incluyen un 80 por ciento de los 70.000 kilómetros cuadrados que abarcan los susceptibles de explotación por la cantidad y calidad del arbolado existente. El resto de esta superficie está constituída por propiedades ejidales, particulares y concesionarios que obtuvieron terrenos nacionales como pago a los deslindes efectuados por varias compañías extranjeras. El Gobierno Federal puede fácilmente corregir muchos de los errores cometidos y otros que se siguen cometiendo pues en cualquier momento puede modificar los sistemas de explotación que se están empleando en sus montes.

La Ley Forestal y su Reglamento establecen numerosas medidas con el fin de garantizar el mejor aprovechamiento de los recursos forestales. Desgraciadamente, la organización actual de los servicios forestales no permite hacer cumplir esta ley en la forma que se garantice este objeto. Muchas de las irregularidades que se presentan pueden corregirse estableciendo las oficinas forestales en las zonas de explotación de manera que el Servicio Técnico esté en contacto directo con los problemas y pueda abordar su solución en cooperación con el Servicio de Vigilancia y de Protección Forestal. Los técnicos responsables comisionados para el control de las explotaciones que se realizan en las concesiones, deberán ser funcionarios públicos, por tratarse de montes nacionales.

Como de acuerdo con el decreto de fecha 15 de enero de 1947 no se permitirá el establecimiento de nuevas concesiones para explotaciones forestales, en los montes tropicales del sureste se tendrían trabajando las siguientes concesiones: (1) en los municipios de Champotón y El Carmen del estado de Campeche 36 concesiones por 20 años, con una superficie de 900.000 hectáreas, (2) en la parte nordeste del estado de Yucatán y del territorio de Quintana Roo la concesión para madera multilaminar, (3) en los municipios de Cárdenas, Huimanguillo y Tenosique del estado de Tabasco la concesión para el abastecimiento de durmientes y (4) en el municipio de Palenque del estado de Chiapas la concesión para el abastecimiento de durmientes.

El volumen autorizado en la temporada pasada para maderas preciosas representa el 50 por ciento de la producción de ese año, que de acuerdo con la opinión de las autoridades locales no puede suprimirse por los daños que ocasionaría a la economía de sus estados. Sin embargo, considerando que la producción en este último año se ha cuadruplicado con relación al año de 1945 y teniendo en cuenta la estabilidad demográfica observada en estas regiones, lógico es pensar que al suprimir estas explotaciones, el incremento en la producción maderera con relación al año que nos sirve de comparación sería igual al doble, volumen suficiente para

no provocar los trastornos económicos mencionados.

Deben suprimirse todas las autorizaciones que no llenen los requisitos de utilización forestal racional. Antes de tomar una acción final deben agotarse todos los esfuerzos por inducir el empleo de prácticas dasocráticas compatibles con la conservación y debe dársele el tiempo necesario que haga factible el cumplimiento de la ley, especialmente en lo que respecta al chicle. La repoblación artificial, que se inició a partir de 1944 con los fondos de prestaciones exigidos a los explotadores ha dado como resultado la plantación de aproximadamente 500.000 plantas de caoba. Se espera que este programa se incremente en los próximos años.

Las medidas necesarias para poder lograr el mejor aprovechamiento de los bosques tropicales son las siguientes:

1. Establecer la investigación a través de estaciones experimentales y laboratorios.
2. Incrementar las repoblaciones artificiales sobre las bases señaladas por la experimentación así como introducir especies exóticas.
3. Continuar los inventarios forestales.
4. Garantizar las concesiones a largo plazo, necesarias para permitir la inversión de fuertes capitales, con el objeto de obtener el progreso de la industria maderera, así como lograr el aprovechamiento integral de las especies aprovechables en forma de productos acabados.
5. Incrementar la explotación de productos acabados siempre que se tenga asegurada la estabilidad de la industria, mediante la explotación de la renta máxima y constante de los montes, de acuerdo con las leyes establecidas por la dasocracia.
6. Provocar la colonización de las selvas tropicales a través del establecimiento de colonias agrícolas de carácter forestal.
7. Organizar el Servicio Forestal en la forma que garantice el control de las explotaciones, dentro de las normas que fija la ley forestal y la aplicación de las prácticas silvícolas encaminadas al mejoramiento de los montes.
8. Suprimir las autorizaciones forestales en forma de temporadas, fijando en el caso del chicle un plazo perentorio para permitir a los permisionarios el cumplimeinto de la Ley Forestal y su reglamento.

(Translation from previous article)

FOREST UTILIZATION IN SOUTHEASTERN MEXICO

This paper concerns forest utilization in the States of Campeche, Yucatán, Tabasco and Chiapas, and the Territory of Quintana Roo. Also considered are the objectives and policies that must govern exploitation in order to obtain the best yields compatible with the conservation of this natural resource of Mexico and contribute to the prosperity of these regions which at present are sparsely inhabited. The following aspects will be discussed: (1) characteristics of the forests, (2) desirable principles for forest management, (3) past forest utilization, and (4) means by which desirable forest practices may be fostered.

CHARACTERISTICS OF THE FORESTS

The forests considered here are all located within the Tropical Zone and at an elevation of not more than 3,000 feet above sea level. They vary in character with differences in moisture, soil, temperature, topography, and geographical location. Differences in available moisture are chiefly responsible for the following types described here.

Hygrophytic forest (equatorial type) is found in the foothills of the Chiapas and Coban Sierras where topography has contributed to high rainfall. The climax hygrophytic association is evergreen.

Subhygrophytic forest (tropical forest proper) is found in Tabasco and in the southern part of Campeche and Quintana Roo. Even though there is a dry season, humidity is sufficient to give this forest a green aspect throughout the year. It is characterized by such trees as caoba (*Swietenia macrophylla* King) and chicozapote (*Achras zapota* L.)

Hygrotropophytic forest. Is found in the central part of Campeche and in Quintana Roo. In this region the dry season lasts longer and deciduous species appear, such as cedro (*Cedrela mexicana* Roem.), pasaak (*Simaruba glauca* DC.), tzalam (*Lysiloma bahamensis* Benth.), ciricote (*Cordia dodecandra* DC.) and ramón (*Brosimum alicastrum* Sw.). Foliage here is light, the trees attaining 45 ft. in height and 20 to 24 inches in diameter.

Meso-xerophytic forest. Covers the northern part of Campeche and Quintana Roo and all of Yucatán. In this region there is a combination of a semi-dry climate, a dry spring, hot temperatures without a winter season, and soil conditions which produce a forest of deciduous shrubs and small trees.

Hydrophytic forest. Covers all lands subject to periodic floods, at the mouths of large rivers in Tabasco and the southern part of Campeche. A heavy growth of grasses in usually present. The savannas form a transition belt where guiro, (*Leucaena macrophylla* Benth.) grows well with grasses. At the mouths of the rivers, due to tidal influence, the vegetation which dominates is the mangrove (*Rhizophora mangle* L., *Conocarpus erecta* L. and *Avicennia nitida* Jacq.), forming the so-called halo-hydrophytic forest.

These associations vary considerably and often intermingle. They are, with the exception of mangrove, complex mixtures of tree species, making difficult the determination of the geographic range of each species. Wide differences among species as to maximum height and diameter, branching, percentage of heartwood and sapwood, increment, and rotation make it impossible to satisfactorily group different species for yield estimates. It appears that growth rings are not annual but possibly two or even three may be formed each year. Aggresive invader species appear in some places to be endangering the representation of the more valuable species, a situation which may require planting.

When the forest cover is eliminated by timber cuttings the organic layer accumulated during many years is rapidly destroyed by bacterial action. If, as on calcareous soils in the Yucatan peninsula, a large part of the soil then erodes it is inevitable that succession will be towards inferior less productive forest. This may be the cause of the disappearance of the Maya Empire once prosperous in this region, the ruins of which are mute evidence of a former high standard of civilization. If colonization of this area is now attempted, detailed study of land capabilities may be the keystone to success.

Desirable Principles for Forest Management

The aim of forest management should be to obtain a maximum annual or periodic yield of timber, considering the species, cutting methods, and rotation adopted. This condition is satisfied by a normal forest. In a tropical forest whose character is very far from a normal condition, only general principles may be established for the approach to that ideal. The following are recommended:

1. Fully utilize a maximum number of species.
2. Replace inferior forests with mixed stands which are better or at least as good as present stands without going against natural trends of succession.
3. Determine site-species relationships and optimum habitats, for better increment in quality and quality.

4. Keep an adequate age-class distribution of each species, to maintain yield in perpetuity.
5. Choose the species, rotation and method of reproduction in accordance with the forest products desired.
6. Introduce exotic species which excel native species.
7. Apply necessary forest protection measures.
8. Harvest only what is compatible with a continuous sustained yield, as determined by research.

To carry out these recommendations it is required that forest areas be protected from fire, erosion, pests, and diseases. Surveys are needed to determine the extent of available resources. A forest research organization is also needed to investigate all types of forest problems. Forest industries should be better organized to locate new and better markets, to produce forest products of better quality, to increase the efficiency of wood operations, to improve road systems and to improve the living conditions of forest workers. Ownership rights should be guaranteed, as a stimulus to industrial development.

PAST FOREST UTILIZATION

As in all other Latin American countries, forest utilization in Mexico has been unconcerned with conservation and in general has been detrimental to the nation's interests. Today the regulation of timber use under a system which ensures sustained yield, industrial development, exportation of finished products and all other benefits, is urgently needed as a foundation for the prosperity of this nation. Past tropical forest exploitation has caused great damage to our forest resources, yet it has not fostered permanent development. The population of Campeche and Quintana Roo is sparse and has not increased much since 1900. Agricultural and industrial development of the region has been very slow. From the beginning of forest exploitation in the Southeast up to 1945 it seems that only products in the rough (round timbers of previous species and chicle) have been exported, to be processed in other more technically developed countries.

Means of transportation, which are of vital importance to forest exploitation and the establishment of forest industries, have been lacking in Southeastern Mexico. As a result only primitive methods of extraction have generally developed, and these have been limited to the river margins. Because of high costs and the absence of government control only the precious species were cut. Precious woods have disappeared from entire regions such as near the margins of Rios Hondo, Candelaria, Usumacinta, Gijalva, Tonalá and Santa Ana.

Chicle has even been extracted by air. Chicle forests have been destroyed because wasteful practices have not been prevented. Due to the increase in chicle exploitation during the war a "Comité de Fomento y Vigilancia" was created to control production and exportation of chicle and timber in Yucatán, Campeche, Tabasco, Chiapas, and Quintana Roo. The aims of this committee were commendable but no effective improvement in working methods nor in the conservation of the species subject to exploitation has taken place. Something was accomplished, nevertheless, for local contractors were unified and the prices for these products were raised with demand. At the present time, second-and third-grade chicle has no local market and because of difficulties in supplying foreign markets with first-grade chicle gum its utilization has diminished, thus allowing the regeneration of the chicozapote *(Achras zapote* L.), so overworked in previous years. Nevertheless there has been no progress towards better methods of exploitation, close utilization and industrialization.

The opening of a new line of the Southeastern Railroad in 1946 and the subsequent beginning of the construction of the Escárcega-Chetumal road are making possible exploitation of valuable timber species from remote virgin forests. These developments

originated 36 land concessions granted by the government, each covering 25,000 hectares and located in the municipalities of Champotón and El Carmen. Exploitation in these concessions have been under the control of five companies which produce sawtimber from precious woods for exportation and which in the future will manufacture plywood from other species. Government forestry agencies have urged better control in these concessions in order to attain sound management practices.

Along the Southeastern Railway harvesting has been authorized for only one year in advance, a fact which makes operations seasonal and results in detriment to the conservation of natural resources for lack of guarantee. Seasonal operations result in considerable damage to chicle species and precious woods. They do not stimulate development of permanent industries nor do they employ silvicultural techniques compatible with conservation of the forest property and sustained yield. No control is exerted over this exploitation. Necessary measures have been taken, nevertheless, to avoid undesirable exportation of logs by establishing sawmills at Escárcega, Campeche and Zho-Laguna along the Río Hondo. This has produced new sources of employment for the inhabitants of the region, some improvement of living conditions and less waste.

A concession has been established in northeastern Yucatán and in Quintana Roo, covering national, community and private lands to supply raw material for the manufacture of plywood, sawtimber, and sash and doors. Several species are used in this industry, such as cedro (*Cedrela mexicana* Roem), chaká (*Bursera simaruba* L.), chechén (*Metopium brownei* Jacq.) (Urb.), bojón (*Cordia alliodora* (R. & P.) (Cham). and tzalam (*Lysiloma bahamensis* Benth.). Utilization is relatively close since this advance industrial development uses modern techniques. It is perhaps the only operation which approaches satisfactory standards for utilization of tropical forests.

In Tabasco abuse has gone so far that the exploitation of precious woods has led to forest depletion and at present timber cutting is negligible. Nevertheless, it is possible to use almendra de coquito de aceite (*Scheelea liebmannii* Becc.), although to the present only the fruit has been used. The establishment of a mangrove bark industry has been attempted along the margin of Río Tonalá.

In the tropical section of Chiapas near the Gulf, utilization of precious woods has decreased due to stand inaccessibility, yet there is a proposal for the establishment of a plywood plant in the municipality of Palenque.

In the construction of the Southeastern Railroad, great quantities of hardwoods were used in the form of untreated cross-ties obtained chiefly from national forests along along the right-of-way but also from hardwood mills, cutting such species as jabón (*Ichthyomethia communis* Blake), chacté (*Caesalpinia platyloba* Wats.), pucté (*Bucida buceras* L.), tzalam (*Lysiloma bahamensis* Benth..) and granadillo (*Dalbergia retusa* Hemsl.). Tie concessions were granted in national forests in the municipalities of Cárdenas, Huimanguillo and Tenosique in Tabasco and in the municipality of Palenque in Chiapas. Forest abuse and wasteful use of untreated ties will result in depletion of these woods if exploitation is not regulated in accordance with sound forest management principles.

Means by Which Desirable Forest Practices May be Fostered

Most of the merchantable stands in this region are located on public lands which include 80 percent of the 70.000 square kilometers of commercial forest area. The remainder of the area under exploitation is private, community land and grants made in payment for boundary surveys made by several foreign companies. The Federal Government may easily correct many of the past and present mistakes in forest use, for at any time it may force users to modify their methods of cutting on public lands.

The Forest Law includes numerous measures for the purpose of insuring proper utilization of forest resources, but unfortunately, the present organization of the forest services does not permit enforcement of the laws to a degree which will assure this objective. Many of the irregularities occuring may be corrected by establishing forest offices in the regions of exploitation so that the Servicio Técnico is in direct contact with the problems and can offer solutions in cooperation with the Servicio de Vigilancia y Protección Forestal. The technicians in charge of controlling exploitation made in concessions should be government officials, since the forests are public.

It was established by the decree of January 15, 1947 that not new concessions are to be granted so that the only tropical forest concessions in the Southeast will be:

1. Thirty-six 20-year concessions in the municipalities of Champoton and El Carmen in Campeche, covering an area of 900,000 hectares.
2. A concession for the production of plywood in the northeastern part of Yucatán and in Quintano Roo.
3. A concession for the manufacture of cross-ties in the municipalities of Cárdenas, Huimaguillo and Tenosique in Tabasco.
4. A concession for the manufacture of cross-ties in the municipality of Palenque in Chiapas.

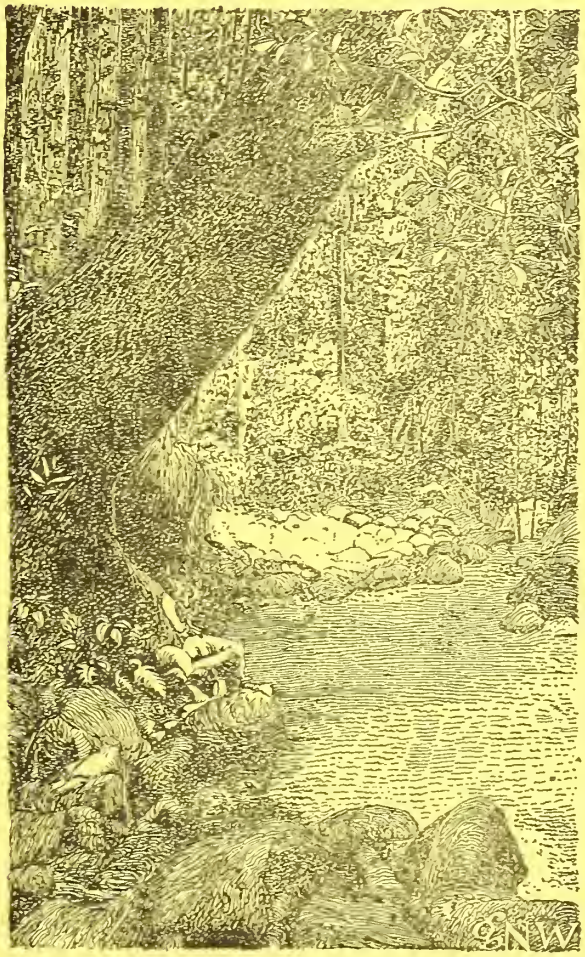
Cutting of precious woods last season was double the amount authorized, and four times that of 1945. The rate of cutting should be lowered. Concessions where sound forest utilization is not practiced should be abolished. Before taking final action every effort should be made to induce good practices and time should be allowed for the conversion. Artificial reforestation started in 1944 using funds required from concessionaires, has resulted in the planting of 500,000 mahogany seedlings each year. It is hoped that this program can be greatly expanded. Necessary measures for improvement of utilization of tropical forest are as follows:

1. Research on methods of harvesting and forest regeneration.
2. Artificial reforestation based on experiments and introduction of exotic species.
3. Surveys of forest areas.
4. Guaranteed long-term concessions necessary to stimulate large capital investment for complete forest utilization.
6. Encouragement of colonization in finished products within the limits of sustained yield.
5. Encouragement of exportation of tropical forests by establishing agricultural and forest settlements.
7. Organization of the Forest Service in such a way that control of exploitation is assured in accordance with the Forest Law and that good forestry is practiced.
8. Elimination of seasonal forest operations in the chicle industry in order to fulfill all requisites of the Forest Law and its regulations.

UNITED STATES
ATLANTIC
OCEAN
GULF OF
MEXICO
BAHAMA
ISLANDS
MEXICO
CUBA
PUERTO
RICO
GUADELOUPE
DOMINICA
MARTINIQUE
STA. LUCIA
JAMAICA
HAITI
DOMINICAN
REPUBLIC
BRITISH
HONDURAS
CARIBBEAN SEA
HONDURAS
GUATEMALA
SALVADOR
NICARAGUA
TRINIDAD
PACIFIC
OCEAN
COSTA
RICA
PANAMA
VENEZUELA
BR.
GUIANA
COLOMBIA

Serve
1622
.2C23

The Caribbean Forester



LIBRARY
OCT 17 1951
U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE

U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE
FOREST SERVICE
TROPICAL FOREST EXPERIMENT STATION
RIO PIEDRAS, PUERTO RICO

VOLUME 12, NUMBER 2 APRIL, 1951

Caribbean Forester

El "Caribbean Forester", revista que el Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos comenzó a publicar trimestralmente en julio de 1938 es de distribución gratuita y está dedicada a encauzar la mejor ordenación de los recursos forestales de la región del Caribe. Su propósito es estrechar las relaciones que existen entre los científicos interesados en la Ciencia Forestal y ciencias afines encarándoles con los problemas confrontados, las políticas forestales vigentes y el trabajo que se viene haciendo para lograr ese objetivo técnico.

Se solicitan aportaciones de no más de 20 páginas mecanografiadas. Deben ser sometidas en el lenguaje vernáculo del autor, con el título o posición que éste ocupa. Es imprescindible incluir un resumen conciso del estudio efectuado. Los artículos deben ser dirigidos al "Director, Tropical Forest Experiment Station, Río Piedras, Puerto Rico".

Las opiniones expresadas por los autores de los artículos que aparecen en esta revista no coinciden necesariamente con las del Servicio Forestal. Se permite la reproducción de los artículos siempre que se indique su procedencia.

●

The "Caribbean Forester", published since July 1938 by the Forest Service, U. S. Department of Agriculture, is a free quarterly journal devoted to the encouragement of improved management of the forest resources of the Caribbean region by keeping students of forestry and allied sciences in touch with the specific problems faced, the policies in effect, and the work being done toward this end throughout the region.

Contributions of not more than 20 typewritten pages in length are solicited. They should be submitted in the author's native tongue, and should include the author's title or position and a short summary. Papers should be sent to the Director, Tropical Forest Experiment Station, Rio Piedras, Puerto Rico.

Opinions expressed in this journal are not necessarily those of the Forest Service. Any article published may be reproduced provided that reference is made to the original source.

●

Le "Caribbean Forester", qui a été publié depuis Julliet 1938 par le Service Forestier du Département de l'Agriculture des Etats-Unis, est une revue trimestrielle gratuite, dediée à encourager l'aménagement rationnel des forêts de la région caraibe. Son but est d'entretenir des relations scientifiques entre ceux qui s'intéressent aux Sciences Forestières, ses problèmes et ses méthodes les plus récentes, ainsi qu'aux travaux effectués pour réaliser cet objectif d'amélioration technique.

On accepte voluntiers des contributions ne dépassant pas 20 pages dactilographiées. Elles doivent être écrites dans la langue maternelle de l'auteur qui voudra bien préciser son titre ou sa position professionnelle et en les accompagnant d'un résumé de l'étude. Les articles doivent être addressés au Director, Tropical Forest Experiment Station, Río Piedras, Puerto Rico.

La revue laisse aux auteurs la responsibilité de leurs articles. La reproduction est permise si l'on précise l'origine.

"The printing of this publication has been approved by the Director of the Bureau of the Budget (August 17, 1950)".

VOL 12. NO. 2 APRIL 1951

The Caribbean Forester

Contents

Sumario

The Alder, *"Alnus acuminata"*, as a farm timber tree in Costa Rica 47
L. R. Holdridge, Costa Rica

El Jaul, *"Alnus acuminata"*, para los arbolados de las fincas de Costa Rica 53
(*Traducción del artículo anterior*)

Early results from the improvement of a farm woodlot 59
José Marrero and Frank H. Wadsworth, Puerto Rico

Resultados preliminares del mejoramiento del arbolado de una finca 62
(*Traducción del artículo anterior*)

Soil as a factor in the ocurrence of two types of montane forest in Puerto Rico 67
Frank H. Wadsworth and Juan Amedee Bonnet, Puerto Rico

El suelo como un factor para la existencia de dos tipos de bosque montano en Puerto Rico 70
(*Traducción del artículo anterior*)

Primavera, important furniture wood of Central America 75
F. Bruce Lamb, Costa Rica

La primavera, una importante madera de ebanistería de la América Central 84
(*Traducción del artículo anterior*)

The Alder, "Alnus Acuminata", as a Farm Timber Tree in Costa Rica

L. R. HOLDRIDGE

Inter-American Institute of Agricultural Sciences
Turrialba, Costa Rica

Alders are common in the colder countries of the northern hemisphere and extend south in Latin America to Peru, Bolivia, and northern Argentina. Several species occur in Mexico, one species, *Alnus acuminata* H. B.K. in Central America, and one species A. *jorullensis* H.B.K. in South America. The latter two species apparently intergrade into each other and because of similarity in wood and silvicultural characteristics might well be considered as a single species from the forestry viewpoint.

Alnus acuminata is called "jaúl" in Costa Rica. It is an easily recognized, deciduous tree with smooth, gray bark and simple, alternate, usually serrate, and prominently penninerved leaves. The male flowers are borne in pendulous catkins and the female flowers in cylindrical, cone-like spikes. These "cones" persist on the tree for a long time after the shedding of the tiny, winged seeds and offer an excellent field-mark for recognition of the tree, especially, so, when the tree has dropped its leaves.

Jaúl is a natural component of the wet forest formations in the tropical lower montane belts (1). It occurs also in drier formations of these belts, but is restricted there to sites with extra soil moisture, such as in gallery forests along the streams or rivers.

In Costa Rica, the lower montane wet forest formation is relatively extensive and is agriculturally important near population centers for the production of dairy products. In these areas, the alder has become an important tree and an excellent by-product for the dairy farm. This is due primarily to two reasons; first, Costa Rica has no native conifers and the alder provides a light-weight, fast-growing wood, suitable for box boards, which has a good local demand, and second, because the dairy farmers have found that pasture grasses grow as well or better beneath a stand of alders than in the open.

The latter belief is extremely interesting and although the writer found no publications on controlled grass production trials under alder shade, it is difficult to believe that so many farmers could be in error, especially since much of the grass is cut green and carried to the stables. There is a distinct possibility that the excellent growth of the grass under the alder is due to nitrogen fixing organisms on the tree roots.

Following notes on the fixation of nitrogen by symbiotic bacteria in the leguminosae, Skene (2) states: "This type of symbiosis is not confined to the Leguminosae; it is found in a limited number of other families, though not always in all their members. These are the Cycadaceae, Podocarpaceae, Eleagnaceae (*Eleagnus,* the oleaster, *Hippophaes,* the sea buckthorn, and *Shepharia*), Rhamnaceae (*Ceanothus americanus* and *C. velutinus*), Myricaceae (*Myrica gale,* the bog myrtle or gale, and *M. asplenifolia*), Betulaceae (alnus, the alder), and perhaps Casuarina. The nature of the organism in some of these cases is doubtful. Except in the Podocarpaceae, the lateral roots fork repeatedly, and the tubercle assumes a more or less coralloid form. These tubercles are perennial (a condition confined in the Leguminosae to the tribe Mimosaceae), and, as growth continues year after

FIG. 1.—*Grove of alder along stream near Chichicastenango, Guatemala. This is the Tropical lower montane moist forest with pines and oaks on the hills. (Arbolado de jaúl a lo largo de un arroyo cerca de Chichicastenango, Guatemala. Este es el bosque tropical pedemontano semihúmedo, con pinos y robles en las colinas.)*

year, they may assume large dimensions. In the alder, they may be as big as a cricket ball."

Recent general references, such as Skene's, accept nitrogen fixation on alder roots as a fact, but a search through Biological Abstracts turned up contradictory statements indicating that the matter is not completely settled. Roberg (3) in 1938 wrote that *Actinomyces alni* in experiments produced nodules on the four European alder species, *A. glutinosa, A. incana, A. cordata* and *A. viridis*. In a previous publication on inoculation experiments, he had suggested the name, *Actinomyces alni*. Subsequently, Plotho (4) supported the findings of Roberg with cultural and inoculation studies. However, in a still more recent abstract, Bouwens (5) questions the work of Plotho and describes his own negative results with *A. alni*.

In July 1950, several of these tubercles were obtained from alder roots in a pasture near Tres Rios, Costa Rica. Dr. Pierre Sylvain, Physiologist at the Institute, kindly determined the nitrogen content of one sample of the nodules or tubercles and another sample of the alder roots from which the nodules were removed. The total nitrogen, including NO_3, was determined with the following results:

A. acuminata roots	1.381%
Nodules from these roots	1.793%

The results were derived from single analyses, but, at least, are indicative of the definite probability of enrichment of the soil through the nodules on *A. acuminata*. There is also the possibility that the nitrogen content may vary with the flowering and fruiting stages as has been found to be true in the case of lupines.

Just above San Isidro de Coronado on the northwestern slope of Volcán Irazú is an important dairy section. Precipitation is well distributed throughout the year so that there is green pasture all year round. Much of the grass is cut and fed green to the cattle in the stables. In most of the fields, imported grasses have been established, of which kikuyu, *Pennisetum clandestinum* and Imperial grass, *Axonopus scoparius*, appear to be the most prevalent. In this section, most of the dairy farmers have planted alders in their pastures and are supplementing their farm incomes through alder lumber production.

Wildings, which may be encountered readily in dense stands on land-slides or cut banks, are used for plantings. In recent years, and especially where alder was planted previously, replacements of felled trees are often made by protecting properly located seedlings which have sprung up directly in the pastures. For planting, the farmers prefer seedlings about one meter in height and general practice is to move them with a ball of earth. If the areas

FIG. 2.—*Portion of measured 29-year-old plantation of alder near San Isidro de Coronado, Costa Rica, showing thrifty stand of kikuyu grass. (Predio en una plantación de jaúl de 29 años de edad, cerca de San Isidro de Coronado en Costa Rica y bajo la cual medra la yerba kikuyu.)*

are grazed by cattle, triangular fences are used to protect the young trees until well established.

Planting distances vary considerably from 5 to 6 varas between trees up to a spacing of 20 x 20 varas. (The vara equals 33 inches, and an area 100 varas by 100 varas equals 1 manzana or 1.736 acres or .703 hectares). Fig. 2 shows a stand with an original planting distance of 5 to 6 varas between trees. The kikuyu grass is excellent under this stand but the spacing seems a bit close for the best growth of the alder. Apparently, there is some difference in the tolerance of the various grasses to shade and correspondingly to the spacing.

Pruning the trees is general practice and is carried out in 2 or 3 stages as the tree grows up. This is especially necessary in the wider spaced plantings to assure the production of clear lumber. Observations of recently pruned stands indicate a tendency towards excessive pruning. Growth of the alder must be considerably retarded by removing such a high percentage of the crown and it would probably be better economics to prune oftener

FIG. 3.—*Corner of same measured 29-year-old plantation of alder seen across one of the openings. The tree beside the man in the photograph measured 27.8 in. dbh. (Esquina de la misma plantación de jaúl de 29 años de edad, vista desde uno de los claros. El árbol que está cerca del hombre en la fotografía media 27,8 pulgadas de d.ap.)*

and less severely. Pruning is often carried up to 4 log lengths or to 5 of the local log lengths of 4 varas. (The latter equals 11 feet, but as standard logging practice is to point one end of the log and bore an auger hole transversely through this to facilitate the hauling with oxen, in actuality, the log lengths are 12 feet. Lumber is sold by the "pulgada" which is equivalent to a strip of lumber 1 inch x 1 inch x 4 varas or 11 feet long. Thus, 1 pulgada = 11/12 of 1 board foot in the market, but because of the loss of lumber through pointing of the log, ordinary volume tables of board feet in the standing tree may be converted directly into pulgadas of sawn lumber.)

Many of the alders in this section surpass 100 feet in height, and one diameter at breast height of 35.5 inches was measured during observations in the district. In addition, the tree is generally of excellent form, with a straight trunk nearly free from buttresses or swelling at the base. The alder is apparently a tree of very rapid growth and most of the farmers claim that it produces saw timber at ten years from the time of planting. The following growth data from two plantings is not supported by written records of the date of planting and must not be considered as exact or reliable data until continuous growth data from established plots are available in the future.

In a young plantation stated to be not over 6 years of age, 25 measured trees ranged in diameter from 6.5 to 11.9 inches with a mean diameter of 8.5 inches. Five additional trees which had just been felled to open up the stand, with a diameter range from 6.8 to 9.1 inches, varied in height from 48 to 57 feet with an average height of 53 feet. The form classes of the five trees varied from 0.862 to 0.908 with an average of 0.88. This is good growth if the trees are not over 6 years old, but the affirmed age is not inconsistent with the general statements of saw-timber at 10 years of age.

At a higher elevation, observations were made in a stand said to have been planted 28 or 29 years ago. This stand shown in Figs. 2 and 3 was planted at an original spacing of 5 to 6 varas between trees. On the first brief visit, cutters were felling a few trees. One tree which had just been felled yielded 6 logs of 4 varas and 1 log of 3 varas or a total merchantable length of 81 feet. The cutters said that the trees in the stand would average from 5 to 6 logs of 4 varas each and that the trees were worth about 50 colones each as stumpage (At the time the value of the colon was about 11.2 cents in the United States currency.)

On a subsequent visit, the diameters of 100 trees were measured on an area of one manzana or approximately one-half of the plantation. The planting distance indicated an original 300 trees per manzana and numerous stumps either recently cut or in various stages of decay gave evidence of the previous removal of a large quantity of lumber.

The measured trees were recorded to the nearest tenth of an inch. These were grouped in 2-inch diameter classes which, on the basis of an average merchantable length of four logs of 16 feet each and a conservative form class estimate of 0.80, show the following volumes:

Table 1.—**Number of trees by diameters and board foot volumes (6) on one Manzana of planted to Alder**

D.B.H.	Number of trees	Volume per tree	Total volume
			Bd. Ft.
14	5	210	1,050
16	18	280	5,040
18	24	340	8,160
20	17	420	7,140
22	11	520	5,720
24	11	640	7,040
26	4	760	3,040
28	4	900	3,600
30	4	1,040	4,160
32	1	1,200	1,200
36	1	1,550	1,550
Totals	100		47,500

Unfortunately, no data are available on the quantity of lumber previously extracted from this manzana, but it would be safe to assume that this amounted to more than 12,500 bd. ft. which would give a growth rate of at least 2,000 bd. ft. per manzana per year. Many of the trees are already over-mature, and past cuttings tended towards making large openings rather than thinning out the stand uniformly.

Lumber in log form was selling for 12 céntimos (Costa Rican currency) per pulgada at the side of a paved road about 9 kilometers from the sawmill at San Isidro. The market price for sawn alder lumber is at present 30 céntimos per pulgada for boards less than 10 inches in width and 35 céntimos for boards over 10 inches. The mill does custom sawing at 6 céntimos per pulgada.

Much of the alder lumber in Costa Rica is made into box shooks which are nailed green to reduce splitting. However, on one farm a laborer's house was under construction using alder alone, with the exception of the posts on which the house rested and the floor joists. The carpenter said that a long life could be expected from the alder lumber at that cool elevation of approximately 1,800 meters. All of the top and branch wood is used locally for firewood.

The dairy farmers are to be highly complemented for their development of the use of alder as a supplementary crop. Such developments not only add to the net income possible from a given area, but also help relieve the drain on natural forests. Undoubtedly, there is still considerable room for improvement in the management of the alder. Although the subject of nitrogen fixation in the root tubercles offers an interesting field for research, the most practicable investigation would determine for the farmer the optimum spacing and cutting schedules to produce the maximum quantity of timber possible while maintaining the optimum grass growth. Such spacing may well vary with the species of grass. Also, since the barks of other alder species are utilized in the tanning industry, tests should be made with the local bark to determine its tannin content and practicability for use in the tanning industry of the country. If a market were developed for the bark, this would allow for complete utilization of the tree.

From general observations, it is recommended that a planting distance of 14 x 14 varas be used or 50 trees per manzana. At the end of 10 years, this number may be increased to 100 by planting one tree in the center of each square to give a distance between trees of 10 varas. Investigations before that date can determine whether or not the increase in trees is desirable. Prunings should be carried out more frequently and leave a larger percentage of the crown for the maintenance of rapid growth. The best age for cutting should be around 20 years, but growth records taken in the next few years could determine the exact time for cutting. If 100 trees per manzana are correct, the survivors of each 50 planted could be cut every ten years, or preferably, the cutting cycle could be shortened to five years with the taking out of every fourth row at each cutting. Such row cuttings would permit felling the trees without damage to the remaining stand.

Dairy farmers in other sections of the wet highland districts of Costa Rica have initiated similar pasture planting of alder and undoubtedly the practice will become more widespread in the future. The planting of 30,000 alders in one year by a dairy farmer on Volcán Poás was reported, but was not verified during these observations. At any rate, it appears that the alder will continue as an important timber tree of Costa Rica and merits additional study.

LITERATURE CITED

1. HOLDRIDGE, L. R. 1947. Determination of world plant formations from simple climatic data. Science, 105; (2727) 367-368.
2. SKENE, MACGREGOR. 1948. The biology of flowering plants. London: Sidgwick & Jackson, Ltd. Pp. 527.

3. ROBERG, MAX. 1938. Uber den Erreger der Wurzelknollchen europaischer Erlen. Jahrb. wiss. Bot. 86(3):344-349. (/Abs./ Biological Abstracts Vol. 12-14,200 p. 318, 1938).

4. PLOTHO, O. VON. 1941. Die Synthese der Knollchen an den Wurzeln der Erle Arch. Mikrobiol. 12(1):1-18. (/Abs./ Biological Abstracts, Vol. 16-2013 p. 183. 1942.)

5. BOUWENS, H. 1943. Investigations of the symbiosis of *Alnus glutinosa*, *Alnus incana* and *Hippophae rhamnoides*. Antonie von Leeuwenhoek, Jour. Microbiol. Serol 9(3 4):107-114. (/Abs./ Biological Abstracts. Vol. 20-19403. p. 2055. 1946)

6. GIRARD, JAMES W. AND DONALD BRUCE. Board foot volume tables. Portland, Oregon: Mason, Bruce and Girard. Pp. 44.

(Traducción del número anterior)

El Jaul, "Alnus Acuminata", Para los Arbolados de las Fincas en Costa Rica

El jaúl es un árbol común en los países del hemisferio norte y hacia el sur, en la América latina, su área de distribución se extiende hasta Perú, Bolivia y el norte de Argentina. En México existen varias especies del género *Alnus;* en América Central, una, *Alnus acuminata* H.B.K. y en América del Sur una también, *A. jorullensis* H.B.K. Estas dos últimas especies, por estar íntimamente relacionadas y por la semejanza de sus maderas y de sus características selviculturales, pueden muy bien ser consideradas como una sola especie desde el punto de vista forestal.

En Costa Rica el *Alnus acuminata* se conoce bajo el nombre de jaúl. Es un árbol fácil de reconocer, tropófilo; de corteza suave, gris; hojas simples, alternas, por lo regular dentadas y de venas prominentes y pinadas. Las flores masculinas nacen en amentos colgantes y las flores femeninas en espigas cilíndricas, en forma de conos. Estos "conos" persisten en el árbol mucho tiempo después de la caída de las semillas que son diminutas y aladas. Esta circunstancia ofrece un excelente modo de reconocer el árbol "in situ", especialmente si ha dejado caer sus hojas.

El jaúl es un constituyente natural de las formaciones de bosques higrofíticos de las fajas tropicales pedemontanas y montanas (1). También se encuentra en formaciones más secas en estas fajas pero en estos casos está limitada a los medios estacionales que tienen humedad edáfica adicional como ocurre en los bosques de galería a lo largo de arroyos y ríos.

En Costa Rica, la formación forestal pedemontana semi-húmeda es relativamente extensa y tiene importancia agrícola cerca de los centros urbanos en la producción lechera. En esas áreas, el jaúl se ha convertido en un árbol importante y un excelente sub-producto en las fincas lecheras. Esto se debe a dos razones primordiales: en primer lugar, Costa Rica no tiene coníferas nativas y los jaúles proveen una madera liviana, de crecimiento rápido, adecuada para embalaje lo cual tiene gran demanda local y en segundo lugar porque los dueños de vaquerías han encontrado que el pasto crece tan bien o mejor bajo un rodal de jaúl que a campo raso.

Esta última creencia es extremadamente interesante y aunque el autor no ha encontrado publicaciones sobre pruebas de producción controlada de yerba bajo la sombra del jaúl es difícil creer que tantos agricultores estén equivocados, especialmente si la mayor parte de la yerba se corta verde para llevar a los establos. Hay una evidente posibilidad de que el excelente cre-

cimiento de la yerba bajo la sombra del jaúl se deba a los organismos fijadores de nitrógeno que se encuentran en las raíces de este árbol. En sus notas sobre fijación de nitrógeno por bacterias simbióticas en las leguminosas Skene (2) dice: "Este tipo de simbiosis no está confinado a las leguminosas; se encuentra también en un número limitado de familias, aunque no siempre en todos sus miembros. Estas familias son: Cycadaceae, Podocarpaceae, Eleagnaceae (*Eleagnus, Hippophaes* y *Shepardia*), Rhamnaceae (*Ceanothus americanus* y *C. velutinus*), Myriacaceae (*Myrica gale y M. asplenifolia*), Betulaceae (*Alnus*) y quizás la *Casuarina*. La naturaleza del organismo en algunos de estos casos es dudosa. Excepto en la Podocarpaceae, las raíces laterales se bifurcan repetidamente y el tubérculo asume una forma más o menos coralina. Estos tubérculos son perennes (lo cual está confinado en las leguminosas a la tribu Mimosaceae) y según continúa el crecimiento año tras año, pueden llegar a grandes dimensiones. En el jaúl pueden llegar hasta el tamaño de bola de jugar "cricket".

Las referencias generales recientes tales como la de Skene, acepta la fijación de nitrógeno en las raíces del jaúl como un hecho pero después de buscar en el Biological Abstracts se encontraron manifestaciones contradictorias lo cual indica que no está completamente dilucidado este asunto. Roberg (3) en 1938 escribió que experimentalmente *Actinomyces alni* produjo nódulos en cuatro especies europeas del género Alnus: *A. glutinosa, A. incana, A. cordata* y *A. viridis*. En una publicación previa sobre los experimentos de inoculación él había sugerido el nombre de *Actinomyces alni*. Subsiguientemente Plotho (4) confirmó los hallazgos de Rosberg con estudios culturales y de inoculación. Sin embargo, más recientemente Bouwens (5) objeta el trabajo de Plotho y describe sus resultados negativos con *A. alni*.

En julio de 1950 se recogieron varios de esos tubérculos de raíces de jaúl en unos pastos cerca de Tres Ríos, Costa Rica. El Dr. Pierre Sylvain, Fisiólogo del Instituto determinó el contenido en nitrógeno de una muestra de nódulos o tubérculos y de otras muestras de raíces a las cuales se les habían extraído los nódulos. El nitrógeno total, incluyendo nitrato, fué determinado, con los siguientes resultados:

Raíces de *A. acuminata* — 1,381%
Nódulos de esas raíces — 1,793%

Los resultados fueron derivados de análisis sencillos pero por lo menos indican una probabilidad de enriquecimiento del suelo con los nódulos de *A. acuminata*. Hay también la posibilidad de que el contenido en nitrógeno pueda variar según la etapa de floración y de fructificación según es el caso con los lupinos.

Un poco más arriba de San Isidro de Coronado en la ladera noroeste del Volcán Irazú, hay una importante zona lechera. La precipitación está bien distribuída a través del año de manera que hay pasto verde durante todo el año. La mayor parte de la yerba se corta y se le da verde a las vacas en los establos. En la mayoría de los campos se han instalado yerbas importadas entre las cuales las que más parecen prevalecer son kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) y yerba imperial (*Axonopus scoparius*). En esta zona la mayoría de los ganaderos han sembrado el jaúl en sus pastos y están suplementando sus ingresos agrarios mediante la producción de madera de jaúl.

Para la siembra del jaúl se usan los brinzales silvestres que pueden encontrarse fácilmente en rodales densos en derrumbres y bancales abiertos. En años recientes y especialmente en sitios donde ya existía el jaúl por plantación anterior, los sucesores de los árboles cortados son arbolitos seleccionados por su apropiada localización, que han crecido espontáneamente en los pastos y a los cuales se les ofrece la debida protección. Para la plantación los agricultores prefieren plantones de un metro de altura y la práctica prevaleciente es la siembra con cepellón. Si el área está bajo pastoreo, se protegen con pequeñas cercas trian-

gulares, hasta que los arbolitos estén bien instalados.

Las distancias de siembra varían considerablemente desde 5 a 6 varas entre árboles hasta 20 varas por 20. (La vara equivale a 33 pulgadas y un área de 100 varas por 100 equivale a 1 manzana o sean 1,736* acres o 0,793 hectáreas). La figura 2 nos muestra un rodal con una distancia inicial de 5 por 6 varas entre los árboles. La yerba kikuyu crece excelentemente bajo este rodal pero para el mejor crecimiento del jaúl este espaciamiento parece ser un poco junto. Aparentemente, en las diversas yerbas existe alguna diferencia en la tolerancia de la sombra y por lo tanto del espaciamiento.

La poda de los árboles es una práctica general y se lleva a cabo en 2 ó 3 épocas del crecimiento del árbol. Esta práctica es especialmente necesaria en los plantíos más espaciados para asegurar la producción de bolos limpios. Según las observaciones hechas en rodales recientemente podados es evidente la tendencia hacia la poda excesiva. La poda de tan gran parte de la copa debe retardar considerablemente el crecimiento del jaúl y probablemente debe ser más económico podarlos más a menudo pero menos severamente. La poda a menudo se hace hasta el largo de 4 trozas o de 5 trozas locales de 4 varas de largo. (La vara equivale a 11 pies pero como la práctica regular es poner puntiagudo un extremo haciendo un taladro transversal para facilitar el acarreo por los bueyes, en realidad el largo de las trozas es de 12 pies. La madera se vende por la "pulgada" que equivale a una faja de 1 pulgada x 1 pulgada por 4 varas o sea 11 pies de largo. Es decir que en el mercado una pulgada es igual a 11/12 de un pie tablar, pero debido a pérdida en madera ocasionada al poner puntiaguda la troza, las tablas volumétricas corrientes en pies tablares para el árbol en pie pueden convertirse directamente a pulgadas de madera aserrada).

Muchos de los jaúles en ese sector tienen más de 100 pies de altura y en las observaciones hechas en ese distrito se midió un árbol con d.a.p. de 35,5 pulgadas. Además, el árbol tiene por lo general una forma excelente, con un tronco recto, casi exento de raíces zancos y abultamientos en la base. Aparentemente el jaúl es un árbol de crecimiento muy rápido y la mayoría de los agricultores sostienen que a los diez años después de plantado ya suministra madera aserrable. Los datos que aparecen más adelante sobre crecimiento en dos plantíos, no están sustentados por registros escritos que atestiguen la fecha de plantación y no deben considerarse tan exactos o confiables hasta el futuro, en que haya datos continuos sobre crecimiento en cuarteles de prueba debidamente establecidos.

En una plantación joven que según dijeron no tenía más de 6 años, el diámetro de 25 árboles medidos fluctuaba entre 6,5 y 11,9 pulgadas, con un diámetro promedio de 8,5 pulgadas. Cinco árboles adicionales que habían sido cortados para abrir un poco el rodal tenían diámetros de 6,8 a 9,1 pulgadas y su altura variaba entre 48 y 57 pies, con promedio de 53 pies. Las clases según la forma de los 5 árboles variaban entre 0,862 y 0,908, con un promedio de 0,88. Este es un buen crecimiento si realmente los árboles no tienen más de 6 años de edad, pero esta edad no señala inconsistencia con las aseveraciones generales de que rinden madera aserrable a los 10 años de edad.

Se hicieron observaciones a una elevación mayor, en un rodal que decían había sido plantado hace 28 o 29 años. En las figuras 2 y 3 puede verse este rodal, que fué plantado con un espaciamiento inicial de 5 a 6 varas entre los árboles. En nuestra primera visita breve, los leñadores estaban cortando algunos árboles. De un árbol que acababan de cortar obtuvieron 6 trozas de 4 varas y una troza de 3 varas, es decir una altura comerciable total de

*N. de la T. Conviene aclarar que en casi toda Hispano-América los decimales se designan con una coma en vez del punto usado en los Estados Unidos de América del Norte.

81 pies. Los leñadores dijeron que de los árboles del rodal se obtenía un promedio de 5 a 6 trozas de 4 varas y que cada árbol valía unos 50 colones en pie. (Para esa fecha el equivalente del colón en moneda americana era de 11,2 centavos.)

En una visita posterior se midieron los diámetros de 100 árboles en un área de una manzana o sea aproximadamente la mitad de la plantación. La distancia de siembra indicaba que originalmente había 300 árboles por manzana y numerosos tocones recién cortados o en varias etapas de pudrición atestiguaban que había sido cortada una gran cantidad de madera. Se registraron los árboles medidos hasta el décimo de pulgada más cercano al dígito y se agruparon en clases diamétricas de dos en dos pulgadas, que a base de un largo maderable promedio de 4 trozas de 16 pies cada una y un cálculo conservador de 0,80 de clase según forma, muestra los siguientes volúmenes:

Tabla 1.—**Numero de árboles por diámetros y volúmenes (6) en pies tablares en una manzana de pastos sembrada de jaúl.**

D.A.P.	Número de árboles	Volumen por árbol	Volumen total
14	5	210	1.050
16	18	280	5.040
18	24	340	8.160
20	17	420	7.140
22	11	520	5.720
24	11	640	7.040
26	4	760	3.040
28	4	900	3.600
30	4	1.040	4.160
32	1	1.200	1.200
36	1	1.550	1.550
Totales	100		47.500 P.T.

Es de lamentar que no hayan datos sobre la cantidad de madera extraída anteriormente de esta manzana pero con seguridad puede asumirse que pasa de 12.500 pies tablares, lo cual equivaldría a un índice de crecimiento anual de por lo menos 2.000 pies tablares por manzana. Muchos de los árboles están ya extracortables lo cual indica que las cortas del pasado tendían a hacer grandes claros en vez de entresacar uniformemente todo el rodal.

La madera en trozas se vendía a 12 céntimos costarricenses por pulgada al lado de la carretera, como a 9 kilómetros del aserradero de San Isidro. El precio en el mercado de la madera de jaúl es hoy día 30 céntimos por "pulgada" para las trozas de menos de 10 pulgadas de ancho y 35 céntimos para las trozas de más de 10 pulgadas. El aserradero cobra 6 céntimos por pulgada por aserrar la madera.

La mayor parte de la madera de jaúl en Costa Rica se usa para hacer cajas las cuales se clavan cuando la madera aún está verde para reducir así las hendeduras. Sin embargo, en una finca estaban haciendo la casa de un trabajador usando madera de jaúl solamente, excepto los postes o zocos y las vigas del suelo. El carpintero dijo que era de esperarse una larga duración del jaúl a esa fría elevación de unos 1.800 metros. Usan para leña toda la madera de las ramas y puntas.

Los ganaderos son dignos de encomio por el desarrollo del jaúl como una cosecha suplementaria. Este aprovechamiento no sólo aporta un ingreso neto adicional de un área dada sino que reduce el despojo de los bosques naturales. Sin lugar a dudas la ordenación y aprovechamiento del jaúl puede mejorarse considerablemente. Aunque el asunto de la fijación de nitrógeno en los tubérculos de las raíces ofrece un interesante campo de investigación, sería de índole más práctica determinar para beneficio del agricultor el espaciamiento óptimo y cómo proceder en las cortas para producir la cantidad máxima de madera que sea posible, conservando a la vez un crecimiento óptimo de pastos. Puede muy bien que este espaciamiento varíe con las diferentes especies de yerba. Además, como las cortezas de las otras especies de *Alnus* se usan en la industria del tanino deben hacerse pruebas con la corteza del jaúl para determinar su contenido en tanino y sus posibilidades industriales a ese respecto. Si se desarro-

llase un mercado para la corteza del árbol se lograría la utilización integral del jaúl.

De las observaciones generales se derivan nuestras recomendaciones de un espaciamiento de 14 varas x 14 o sean 50 árboles por manzana. Al cabo de 10 años puede aumentarse a 100 el número de árboles por manzana, sembrando un árbol en el centro de cada cuadrado para lograr una distancia de 10 varas entre árboles. Las investigaciones que se lleven a cabo antes de esa fecha habrán de determinar si es deseable aumentar el número de árboles por manzana. La poda debe efectuarse con más frecuencia dejando un porcentaje mayor de copa para que continúe el crecimiento rápido. La mejor edad de corta debe ser alrededor de 20 años pero la época exacta de corta puede determinarse de los registros de crecimiento que se tomen en los próximos años. Si 100 árboles por manzana es el número correcto, los sobrevivientes de cada 50 plantados deben cortarse cada 10 años o preferiblemente el ciclo de corta debe abreviarse a 5 años, extrayendo en cada corta, una fila de cada cuatro. Esta corta por filas haría posible el apeo de los árboles sin daño al rodal remanente.

Los ganaderos de otros sectores de los distritos de las alturas húmedas de Costa Rica han iniciado plantíos similares de jaúl en sus pastos y sin lugar a dudas esta práctica habrá de extenderse más en el futuro. Se ha informado que un ganadero en Volcán Poás ha sembrado 30.000 jaúles en un año pero ésto no ha sido verificado en el transcurso de estas observaciones. De cualquier manera, parece que el jaúl continuará siendo un árbol maderable importante en Costa Rica y merece estudios adicionales.

BIBLIOGRAFIA

1. HOLDRIDGE, L. R. 1947. Determination of world plant formations from simple climatic data. Science, 105; (2727) 367-368.
2. SKENE, MACGREGOR. 1948. The biology of flowering plants. London: Sidgwick & Jackson, Ltd. Pp. 527.
3. ROBERG, MAX. 1938. Uber den Erreger der Wurzelknollchen europaischer Erlen. Jahrb. wiss. Bot. 86(3):344-349. (/Abs./ Biological Abstracts Vol. 12-14,200 p. 318, 1938).
4. PLOTHO, O. VON. 1941. Die Synthese der Knollchen an den Wurzeln der Erle Arch. Mikrobiol. 12(1):1-18. (/Abs./ Biological Abstracts, Vol. 16-2013 p. 183. 1942.)
5. BOUWENS, H. 1943. Investigations of the symbiosis of *Alnus glutinosa*, *Alnus incana* and *Hippophae rhamnoides*. Antonie von Leeuwenhoek, Jour. Microbiol. Serol 9(3/4):107-114. (/Abs./ Biological Abstracts. Vol. 20-19403. p. 2055. 1946).
6. GIRARD, JAMES W. and DONALD BRUCE. Board foot volume tables. Portland, Oregon: Mason, Bruce and Girard, Pp. 44.

Reseñas Bibliográficas

En esta sección damos cuenta de los libros, revistas, folletines y artículos recientemente recibidos, principalmente los que se relacionan con la dasonomía y ciencias afines.

Folletos

Parque Nacional Iztaccíhuatl Popocatépetl. Antonio H. Sosa. Estados Unidos Mexicanos. Secretaría de Agricultura y Ganadería, Dirección General Forestal y de Caza. 1951.

Los Parques Nacionales cumplen la finalidad no sólo de ofrecer un sitio de recreo y solaz sino que mediante la prohibición, total o parcial, de tala, caza y pesca son excelente medio de defensa y preservación de los recursos y bellezas naturales.

Esta monografía nos ofrece una descripción detallada del Parque Nacional de Izta-Popo que comprende la totalidad de la zona superior de la Sierra Nevada sobre los 9.000 pies, dando a conocer sus bellezas panorámicas y sus bosques con profusión de fotografías y descripciones

Yale University School of Forestry, New Haven, Conn. U. S. A.— Tropical Woods Numbers 95 and 97. Properties and Uses of Tropical Woods I and II 1949-1950. Fred E. Dickinson, Robert W. Hess and Frederick F. Wangaard.

Los extensos bosques tropicales son los más grandes y quizás los más complejos del mundo, desde el punto de vista de su composición y heterogeneidad. Esos bosques contienen un gran número de especies forestales cuyas propiedades tecnológicas se desconocen. La Escuela Forestal de la Universidad de Yale ha llevado a cabo investigaciones sobre las maderas tropicales por espacio de más de veinticinco años y ha logrado recolectar más de 45.000 especímenes de maderas, en su mayoría tropicales. Bajo los auspicios de la Oficina de Investigaciones Navales del Departamento de Marina, ha iniciado estudios para determinar las propiedades físico-mecánicas de una selección de maderas de la América tropical y sus potencialidades para tipos específicos de utilización.

En estos tomitos aparecen las propiedades físico-mecánicas de más de cincuenta especies forestales provenientes de Brazil, Panamá, Guatemala, Honduras, Venezuela, Surinam, Puerto Rico, Nicaragua, Guayana Británica y Honduras Británica. Entre las propiedades estudiadas están: resistencia a la pudrición, encogimiento (tangencial, radial, longitudinal y volumétrico), peso específico, tenor en humedad, resistencia a la flexión, dureza, resquebraje, módulo de elasticidad, facilidad de secamiento y otras más. También está incluída una clasificación según el uso o usos en que pueden emplearse las diversas maderas.

(Continúa en la página 92)

Early Results from the Improvement of a Farm Woodlot *

JOSE MARRERO
and
FRANK H. WADSWORTH

Tropical Forest Experiment Station
Río Piedras, Puerto Rico

Farm woodlots are forests located within farms but which comprise a minor part of the farming enterprise. As defined here they include only areas in which the trees are at least 8 feet tall and shade 25 percent of the soil beneath them.

The farm woodlots of Puerto Rico cover some 53,000 acres, according to preliminary estimates from a survey in progress by the Insular Forest Service. An additional area of possibly 200,000 acres of steep or rocky land on farms is covered by brush which could if protected develop into farm woodlots. Concentrations of farm woodlots are found on the steeper slopes of the central mountains, on the northern and southern limestone hills, and on the southwestern serpentine area.

Farm woodlots should be managed for the production of a maximum of forest products. The soils on which they grow are generally not suited for other agricultural crops. The products of farm woodlots are all in great demand. These woodlots supply most of the cooking fuel, fence posts, house posts, and many other construction materials needed by the large population on farms and which must be produced locally. The alternative is costly importation of substitutes.

Puerto Rico's farm woodlots are poor, both in stocking and in the representation of good species. The yield of these woodlots has declined as a result of overcutting which has removed the more valuable large trees and has left inferior species. Much of the area has been clearcut several times to permit temporary cultivation. When the soils are worn out and abandoned only very hardy tree species, many of which yield inferior products, can become established naturally. Moreover, the forests which develop on previously cleared areas generally are covered with vines which inhibit tree growth and deform the trees until they are worthless except for fuel.

The poor condition of farm woodlots might lead to the conclusion that they should be cut clear and planted to trees of better species. However, this practice cannot be generally recommended. It is undesirable for at least three reasons: (1) there is a long period during which a new plantation yields nothing to the farmer, (2) planting and necessary subsequent plantation care are relatively costly for the average farmer, and (3) the sites are so poor as a result of past abuse that few if any species which produce superior woods are adapted. The Forest Services have found artificial reforestation on such sites expensive and difficult, and the final results are as yet unknown.

There is an alternative method of forest improvement, one which is safer, less expensive, and does not interfere with continuity of yield. This method is merely a reversal of the process of destruction which had dominated in the past. The best trees are left for the future and adequate growing space for their development is provided by the removal of less desirable trees in

*Paper presented before Annual Meeting of Sociedad Americana de Ciencias Agrícolas, Río Piedras, Puerto Rico, October 27, 1950.

partial cuttings each year. The crowns of the larger trees are free from each other yet a protective canopy with no large openings and which shades about 60 percent of the soil is always left to keep down vines.

THE STUDY

A study of the benefits of the type of forest improvement described was undertaken in 1942 in the St. Just Experimental Area on a low hill on the north coast. The woodland selected and the environment in which it is growing are similar to other farm woodlots below 2,000 feet elevation on the north coast. The forest was dense until 1938, when it was cut nearly completely for a variety of materials, chiefly posts and stakes. By 1942 dense sprout growth had developed to a height of 8 to 10 feet. Vines covered much of the vegetation and bent over the larger trees. The canopy was composed chiefly of pioneer species of little or no value, such as camasey (*Miconia* spp.)

Two similar study plots were established within this woodlot, Plot 1, of 3.41 acres, and Plot 2 of 2.64 acres. In 1942 the forest in these two plots was sampled by two transects 16.5 feet wide running the length of each plot. The total length of strip in each plot was 1,320 feet. Within the transects all trees of more than 4.5 feet in height were tallied by species and diameter classes. Subsequent to the sampling Plot 1 was subjected to an improvement cutting every year, beginning in 1944, when the first usable material was ready for cutting. Continous records were kept of the yield from Plot 1. Plot 2 was left to develop naturally as a control. In 1948, 6 years later, the sampling was repeated, using the same location for the transects.

RESULTS

The more important results of the study are summarized in Table I. The number of stems was very large in both plots in 1942. The improved plot had more stems than the unimproved plot, but since the trees were all very small this difference was of little significance. By 1948 improvement cuttings had reduced the number of trees in Plot 1 to slightly more than half of that in Plot 2. The number also declined in Plot 2 as a result of intense competition in the growing stand.

TABLE 1.— Forest stand development at S. Just.

Index	1942	1948
Number of stems per acre		
Improved plot (1)	8,100	2,990
Control plot (2)	5,490	4,980
Average diameter, inches		
Improved plot (1)	0.6	2.0
Control plot (2)	0.6	1.5
Basal area per acre, square feet		
Improved Plot (1)	12.91	66.01
Control plot (2)	12.33	60.94
Representation of better species, percent		
Improved plot (1)	54	72
Control plot (2)	53	56
Volume per acre, cubic feet		
Improved plot (1)	130	758
Control plot (2)	110	686

*Trees 0.6 inch d.b.h. and larger.

The average diameter of the trees was small in both plots in 1942. By 1948 the average had increased 1.4 inches in Plot 1 against 0.9 inches in Plot 2. This shows the effect of eliminating the poorer, slow-growing trees and opening up the stand to provide growing space for those remaining. The more obvious differences in the two plots are seen in Figures 1 and 2.

The basal area, a measure of stand density equal to the sum of the cross-sectional areas of all of the trees at 4.5 feet above the ground, increased rapidly in both plots. In Plot 1, despite the improvement cuttings the final basal area was greater than in Plot 2. This again reflects more rapid growth in Plot 1.

The better species present, those which typically produce straight posts, comprised only about half of the stand in each of the plots in 1942. By 1948, repeated cuttings to remove the inferior species had increased the representation of the better species 33 percent in Plot 1, as compared with little change in Plot 2. This was accomplished purely by selective cuttings.

The cubic volume of the forest was slightly greater in Plot 1 than in Plot 2 in 1942 and increased rapidly in both plots. In 1948, despite repeated cuttings the volume remaining in Plot 1 was greater than that in Plot 2. This partly reflects the taller stand in Plot 1 as a result of liberation from vines.

The returns resulting from the improvement work are shown in Table 2. The improved plot yielded through annual cuttings 119 bundles of fuelwood per acre per year. Each bundle was equivalent to about 0.6 cubic foot. This yield was adequate for cooking fuel for an average family. In addition 19 fence posts of about 0.3 cubic foot each were produced per acre per year, the amount rising rapidly toward the end of the period. A subsequent improvement cutting in 1950 removed 227 fence posts per acre without excessively opening the stand.

Table 2 shows that the increment in the improved plot was greater than in the unimproved plot in spite of the cutting of 462 cubic feet per acre. The total volume increment in the improved plot was nearly double that in the unimproved plot.

The improvement cuttings also enhanced the quality of the stand. The unimproved stand still resembled the improved plot during the period 1944-46, when the yield was 4 percent posts and 96 percent crooked and small material suited only for fuel. The improved plot, on the other hand, proved to be 30 percent post material and 70 percent fuelwood by the end of the period. This difference probably will continue to increase.

The value of the timber produced can be estimated from the data presented by applying realistic values to the different products. The value of fuelwood while still standing in the forest brings $1.00 per cord on public forest throughout the island. Since these lands are generally less accessible than those on farms, this figure is conservative. Fence posts while still on the stump are worth about $0.03 each. At these rates the value of the timber removed from the improved plot during the 6 years was $29.80 per acre. In addition the increase in standing volume during this period in this plot was $29.20 per acre, or a total gain of $59.00. The comparable gain in the unimproved plot where no cutting has been done was only $11.00, less than 20 percent as much.

A secondary but important value which must be assigned to forest products is

TABLE 2.— Returns from forest improvement at St. Just.

Index	Improved plot	Control
Yield per acre, cubic feet		
Cuttings, 1942-1948	462	—
Increase in standing timber, 1942-1948	628	576
Total	1,090	576
Annual	182	96
Percent of polewood in 1948 stand	30	4
Value of 6-year yield per acre		
Stumpage		
Past cuttings	$ 29.80	—
Increased stand volume	29.20	$ 11.00
Total	59.00	11.00
Labor		
Past cuttings	58.10	—
Conversion of increased stand volume	58.20	44.60
Total	116.30	44.60
Grand total		
Past cuttings	87.90	—
Increased stand volume	87.40	55.60
Total	175.30	55.60
Cost per acre of improvement	30.00	—
Net return per acre		
Stumpage only	29.00	11.00
Stumpage plus labor	145.30	55.60
Average annual net return per acre		
Stumpage only	4.80	1.80
Stumpage plus labor	24.40	9.30

the labor provided in their manufacture. Unlike most other farm crops, trees require much farm labor in the preparation of their products for sale, such as in the cutting of fence posts or the manufacture of charcoal. This employment is gainful and the work can be done during the off-season for other farm tasks. The farmer need not prepare his wood for sale but may instead consume it himself. If he does this, however, it means that the products are worth at least as much to him as the work in their preparation represents.

The selling price at the road for fuelwood converted into charcoal is about $7.00 per cord and for cut fence posts about $0.07 each. Application of these higher values to the data on productivity shows the importance of the employment to the farmer. As shown in Table 2, the gain in employment value in the improved forest was $116.30, per acre as compared with only $44.60 in the unimproved forest. The total value of the 6-year increment, including both stumpage and labor, was $175.30 per acre in the improved stand, compared with only $55.60 in the unimproved stand.

The improvement of the forest involved certain work in addition to the cutting of trees for use. Vines and worthless trees were cut. The cost of this work was not more than $5.00 per acre per year, or $30.00 during the 6-year period. Substracting this from the value increase in the improved stand still leaves that figure about triple the corresponding figure for the unimproved stand. The net return per acre on an annual basis in the improved plot was $4.80 in stumpage alone and $24.40 in stumpage plus labor value.

This experiment was conducted on a small scale. Its results, however, leave little doubt as to the rapid response of young forest growth to improvement cuttings. The interpretation of these results, using reasonable values for the forest products, indicates that the cost of forest improvement under these conditions is promptly repaid.

(Traducción del artículo anterior)

Resultados Preliminares del Mejoramiento del Arbolado de una Finca *

El arbolado de la finca es un predio de vegetación arbórea, que constituye por lo regular una pequeña parte de la extensión total de la finca y del cual no se derivan cosechas de índole primordial. Según será considerado aquí incluirá solamente aquellas áreas cuyos árboles tengan por lo menos 8 pies de altura y que proyecten sombra sobre el 25 por ciento del suelo.

Los arbolados de las fincas de Puerto Rico comprenden unas 21.450 hectáreas según los cálculos preliminares evidenciados en el inventario forestal que está llevando a cabo el Servicio Forestal Insular. Una extensión adicional de 80.940 hectáreas de terrenos laderosos o rocosos en las fincas están cubiertos de maleza, que debidamente protegidas podían convertirse en arbolados. Hay concentración de arbolados en las fincas en las laderas más inclinadas de las montañas centrales, en las colinas calizas de norte y sur y en el área serpentinosa del sudoeste.

Los arbolados de las fincas deben ordenarse de manera que produzcan su máximo en productos forestales. Los suelos sobre

*Disertación presentada ante la Reunión Anual de de la Sociedad Americana de Ciencias Agrícolas, Río Piedras, Puerto Rico, el 27 de octubre de 1950.

los cuales crecen no se adaptan por lo regular a ningún cultivo agrícola. Los productos forestales que se derivan de los arbolados son todos de gran demanda. Estos arbolados suplen la mayor parte de la leña, los espeques, los zocos, y otros materiales de construcción que necesita la gente de la finca y que deben producirse localmente. La otra alternativa sería la importación costosa de material substituto.

Los arbolados de las fincas puertorriqueñas son pobres tanto en provisión como en representación de especies buenas. El rendimiento de estos arbolados ha decaído como resultado de la corta excesiva que ha extraído los árboles grandes más valiosos dejando los de especies de calidad inferior. Gran parte del área forestal en las fincas ha sido talada y roturada varias veces para dejar paso al cultivo temporero. Cuando el suelo desgastado es abandonado, sólo pueden crecer espontáneamente en él las especies más rústicas, muchas de las cuales suministran productos de calidad inferior. Además, los bosques que se instalan en áreas desmontadas crecen generalmente cubiertos de trepadoras y bejucos que los deforman e inhiben su crecimiento de manera que sólo sirven para leña.

Las condiciones pobres de los arbolados de la finca podría llevarnos a la conclusión errónea de que deberían talarse para plantar mejores especies. Sin embargo, esta práctica por lo general no puede recomendarse. No es deseable por lo menos por 3 razones: (1) hay un lapso largo de tiempo durante el cual una plantación nueva no aporta ningún rendimiento, (2) para el agricultor promedio la plantación, junto con sus cuidados subsiguientes es relativamente costosa y (3) los medios estacionales están tan empobrecidos como resultado de las cortas abusivas, que no son aptos para ninguna o casi ninguna de las especies madereras de mejor calidad. Los Servicios Forestales de Puerto Rico han encontrado que la reforestación artificial en tales sitios es costosa y difícil y los resultados finales aún están por conocerse.

Por otro lado, hay otro método para mejorar el bosque. Es más seguro, menos costoso y no interfiere con la continuidad del rendimiento. Este método es meramente lo inverso del proceso de destrucción que ha imperado en el pasado. Se dejan los árboles mejores para cosechas futuras, otorgándoles mayor espacio vital al extraer los árboles menos deseables, mediante cortas parciales anuales. De esta manera las copas de los árboles más grandes se ven libres unas de otras y sin embargo existe siempre un dosel protector sin grandes claros y que le proyecta sombra a cerca del 60 por ciento del suelo, lo cual inhibe el crecimiento de bejucos y trepadoras.

El Estudio

En 1942 se emprendió el estudio de los beneficios del tipo de mejora forestal aquí descrito, llevándose a cabo en el Bosque Experimental de Saint Just en una colina baja de la costa norte. El arbolado escogido para la prueba, así como el ambiente en que crece, es similar a los demás arbolados de la costa norte, a elevaciones de menos de 660 metros sobre el nivel del mar. Hasta 1938 el bosque era denso pero en ese año fué casi totalmente cortado por obtener diversos materiales especialmente espeques y estacas. Para 1942 se habían desarrollado densos brotes de cepa de 8 a 10 pies de altura. Los bejucos cubrían casi toda la vegetación y hacían crecer doblados a los árboles más grandes. El dosel estaba compuesto principalmente de primeras ocupantes, tales como camasey (*Miconia sp.*), especies agresivas pero de poco o ningún valor.

En este arbolado se establecieron dos cuarteles de ensayo similares, el Cuartel 1 de 1.38 ha. y el Cuartel 2 de 1.07 ha. En 1942 se efectuó la medida en una muestra de cada uno de los dos cuarteles, haciendo dos transecciones de 5 metros de ancho a todo lo largo de cada cuartel. La longitud total de la faja en cada cuartel era de 40 metros. En cada una de estas transeccio-

nes se señalaron y midieron todos los árboles de más 1,5 metros de altura, por especie y por clases diamétricas. Después de medidos los árboles de esas muestras el cuartel número 1 fué sometido anualmente a cortas de mejora, comenzando en 1944, fecha en que había material utilizable que podía cortarse. Se llevaron continuamente registros de rendimiento de ese Cuartel número 1. El Cuartel número 2 se dejó como testigo, dejándose crecer espontáneamente. En 1948, o sea seis años más tarde se repitió la medida de los árboles en las transecciones.

RESULTADOS

En la tabla número 1 aparece un resumen de los resultados más importantes obtenidos en este estudio. En 1942 el número de troncos era grande en ambos cuarteles, el mejorado tenía más que el testigo pero como todos los árboles eran muy pequeños, esta diferencia era poco significativa. En 1948 las cortas de mejora habían reducido el número de árboles en el Cuartel número 1 a poco más de la mitad del número de árboles en el Cuartel número 2. En el Cuartel número 2 también bajó el número de árboles como resultado de la intensa competencia vital en el rodal.

En 1942 el diámetro promedio de los árboles era pequeño en ambos cuarteles. Para 1948 había aumentado 3,6 centímetros en el Cuartel número 1 contra un aumento de solo 1,3 centímetros en el Cuartel número 2. Esto muestra el efecto producido al eliminar los árboles pobres y de crecimiento más lento, abriendo el rodal de manera que hubiese más espacio para el crecimiento de los árboles restantes. En las figuras 1 y 2 se evidencian más claramente estas diferencias entre los dos cuarteles.

El área basimétrica, que es una medida de la densidad del rodal, equivalente a la suma de las áreas transversales de todos los árboles medidos a 1,5 metros sobre el nivel del suelo, aumentó rápidamente en ambos cuarteles. En el Cuartel número 1, a pesar de las cortas de mejora, se obtuvo un área basimétrica final mayor que para el Cuartel número 2. Esto también demuestra que el crecimiento fué más rápido en el Cuartel número 1.

TABLA 1.— Desarrollo del rodal forestal en St. Just.*

Indice	1942	1948
Número de troncos por acre**		
Cuartel mejorado (1)	8.100	2.990
Cuartel testigo (2)	5.490	4.980
Diámetro promedio, centímetros		
Cuartel mejorado (1)	1,5	5,1
Cuartel testigo (2)	1,5	3,8
Area basimétrica por acre, metros cuadrados		
Cuartel mejorado (1)	1,20	6,13
Cuartel testigo (2)	1,14	5,66
Representación de las mejores especies, por ciento		
Cuartel mejorado (1)	54	72
Cuartel testigo (2)	53	56
Volumen por acre, metros cúbicos		
Cuartel mejorado (1)	3,68	21,45
Cuartel testigo (2)	3,11	19,41

*Arboles de d.a.p. de 1,5 cm. o más.
**Un acre equivale a 0,4047 hectáreas.

Las especies mejores, las que típicamente producen espeques derechos formaban en 1942 sólo aproximadamente la mitad del rodal en ambos cuarteles. Para 1948, en las cortas repetidas se extrajeron las especies de calidad inferior aumentando en un 33 por ciento la representación de las especies mejores en el cuartel número 1 en comparación con el poco cambio que hubo en el Cuartel número 2. Esto se logró meramente mediante cortas selectivas.

En 1942 el volumen de los árboles del bosque era solamente un poco más grande en el Cuartel 1 que en el Cuartel 2 y aumentó rápidamente en ambos. En 1948, a pesar de las repetidas cortas el volumen remanente en el Cuartel número 1 era mayor que el del Cuartel número 2. Esto en parte es un reflejo de mayor crecimiento en altura en el Cuartel 1 como resultado de haberse liberado a los árboles de bejucos y trepadoras.

En la tabla número 2 aparecen los beneficios resultantes del trabajo de mejora. El cuartel mejorado aportó por concepto de cortas anuales un total anual de 119 haces de leña por acre. Cada haz equivalía a 0,017 metro cúbico. Este rendimiento era adecuado para suplir el combustible para la cocina de una familia promedio. Se obtenían además anualmente por acre 19 espeques de 0,008 metros cúbicos cada uno y hacia fines del período comprendido en el estudio la cantidad obtenida aumentaba rápidamente. En una corta de mejora efectuada en 1950 se extrajeron 227 espeques por acre, sin clarificar el rodal excesivamente.

TABLA 2.— Beneficios derivados de la mejora forestal en St. Just.

Indice	Cuartel Mejorado	Cuartel Testigo
Rendimiento por acre,* metros cúbicos		
Cortas, 1942-1948	13,07	—
Aumento en madera en pie 1942-1948	17,77	16,30
Total	30,84	16,30
Anual	5,15	2,72
Por ciento de vardazcos en el rodal en 1948	30	4
Valor del rendimiento por acre en los 6 años		
Madera en Pie		
Cortado en el pasado	$ 29,80	—
Aumento en el volumen del rodal	29,20	$ 11,00
Total	59,00	11,00
Mano de obra		
Cortas del pasado	58,19	—
Del incremento en volumen	58,20	44,60
Total	116,30	44,60
Gran total		
Cortas del pasado	87,90	—
Incremento en volumen	87,40	55,60
Total	175,30	55,60
Costo del mejoramiento (por acre	30,00	—
Beneficio neto por acre		
Madera en pie solamente	29,00	11,00
Madera en pie más mano de obra	145,30	55,00
Beneficio neto promedio anual por acre		
Madera en pie solamente	4,80	1,80
Madera en pie más mano de obra	24,00	9,30

*Un acre equivale a 0,4047 hectáreas.

La tabla número 2 indica que el incremento en el cuartel mejorado fué mayor que en el testigo a pesar de la corta de 13,07 metros cúbicos por acre. El incremento total en volumen en el cuartel mejorado fué casi el doble del incremento en el cuartel testigo.

Las cortas de mejora acrecentaron la calidad del rodal. El rodal testigo aún semejaba al rodal mejorado durante el período de 1944-46 cuando el rendimiento era de 4 por ciento en espeques y 96 por ciento en material pequeño y mal formado que sólo servía para leña. Por el contrario, el cuartel mejorado consistía para fines del período de seis años de 30 por ciento de material de espeques y 70 por ciento de material para leña. Probablemente esta diferencia continuará aumentando.

El valor de la madera obtenida puede calcularse de los datos presentados dándole valores reales a los diferentes productos. El valor de a leña aún en pie en el bosque es de $1.00 por cuerda de leña en todos los bosques de la isla. Esta cifra es conservadora ya que estos terrenos son por lo general menos asequibles que los arbolados de la finca Los espeques aún en el tronco valen alrededor de $0,03 cada uno. A razón de estas tarifas el valor de la madera extraída durante los 6 años del cuartel mejorado sería de $29,80 por acre. Además, el aumento en volumen en pie durante este período en este cuartel era de $29,20 por acre o sea un beneficio total de $59,00. En el rodal testigo el beneficio fué de sólo $11,00 o sea menos del 20 por ciento del beneficio en el rodal mejorado.

Un valor secundario pero importante es el que debe asignarse a la mano de obra usada en la preparación de los productos. Contrario a la mayoría de las otras cosechas agrícolas, los árboles requieren bastante mano de obra para preparar los productos para la venta. Entre las labores necesarias están la corta de los espeques y la elabo-

ración del carbón. Este laboreo es ganancia y el trabajo puede hacerse cuando no haya otros trabajos en la finca. El agricultor puede utilizar la madera en vez de venderla. Si hace esto, quiere decir que los productos tienen por lo menos el valor de lo que cuesta prepararlos.

El valor de venta de la leña en la carretera, en términos de carbón es de $7,00 la cuerda de leña y los espeques de $,07 cada uno. El uso de estos valores más altos en los cómputos inmediatamente trae a la vista la importancia que tiene la mano de obra. Según aparece en la Tabla número 2 los beneficios en mano de obra en el bosque mejorado eran de $166,30 por acre en comparación con sólo $44,60 en el rodal testigo. El valor total del incremento en seis años, incluyendo valor de material en pie y mano de obra en el rodal mejorado era de $175,30 por acre en comparación con sólo $55,60 para el rodal testigo.

La mejora del bosque conllevó otros trabajos además de la corta de los árboles. Se cortaron bejucos y árboles sin valor. El costo de este trabajo no pasó de $5,00 por acre por año o sean $30 durante todo el período de seis años. Restando esta cifra del valor de los beneficios del rodal mejorado aún arroja un balance a favor del rodal mejorado de alrededor del triple del valor correspondiente al rodal testigo. El beneficio neto por acre en términos anuales en el bosque mejorado era de $4,80 en material en pie solamente y $24,40 en material en pie junto con mano de obra.

Este experimento se llevó a cabo sólo en pequeña escala. Sin embargo sus resultados no dejan lugar a dudas en cuanto a la rápida reacción del crecimiento forestal ante las cortas de mejora. La interpretación de esos resultados usando valores razonables para los productos forestales indica que bajo esas condiciones prontamente se reintegra el costo de las mejoras.

Soil as a Factor in the Occurrence of Two Types of Montane Forest in Puerto Rico

FRANK H. WADSWORTH

Tropical Forest Experiment Station
U. S. Forest Service

JUAN AMEDEE BONNET

Head, Soils Department
Agricultural Experiment Station
University of Puerto Rico

The most luxuriant native vegetation of the West Indies generally is found on the mountains, where temperature and precipitation are near the optimum for year-round plant growth. In the Luquillo Mountains of Puerto Rico the best developed vegetative formation, termed "lower montane rain forest" by Beard (1), is found between 500 and 2,000 feet elevation. Directly above this rain forest is another formation, termed "montane thicket" (2), which presents a sharp contrast in composition, structure, and value. Examination of these two types of forest and the soils which support them, the results of which are described here, indicates that the distinguishing characteristics of the two forests are partly a direct result of climate, but that climate induced differences in soils are also of significance.

The composition of lower montane rain forest differs materially from that of montane thicket. A 2-percent sample of 11,000 acres within the two types shows that three times as many species are common in the rain forest as in the montane thicket. With the exception of sierra palm (*Euterpe globosa* Gaertn.) no prominent tree species is equally at home in both forest types. Therefore, the dominant tree species are not the same in the two forests. The ground layer is composed chiefly of grasses, sedges, and sphagnum in the upper forest, mostly of herbs in the lower.

The two forests are also structurally distinct. The tallest trees are more than 100 feet high in the rain forest but are only about 60 feet high in the montane thicket. Trees of the rain forest found in the montane thicket are typically short. Maximum and average tree diameters in these two forests are about the same, but in the montane thicket taper is more pronounced, the crowns are lower on the stem, and the proportion of branchwood is greater. The natural density of the two forests is about the same, but the rain forest has three tree stories and the montane thicket only two. Many trees in the montane thicket lean downhill and most dominant trees, regardless of species, have dead limbs in the upper part of the crown, characteristics which are absent in the lower type. A few tree species in the rain forest are deciduous, all are evergreen in the montane thicket. Compound leaves are not uncommon in the lower type but are virtually absent in the upper type. The average leaf size in the lower forest is larger (mesophyll) than in the upper forest (microphyll-mesophyll). Trees common to both forests generally produce smaller leaves in the montane thicket than in the rain forest. Lianas are much more common in the montane thicket than in rain forest.

The differences between these two forests are not purely of ecological interest but also affect their value to man. Virgin stands of montane thicket generally contain only about two-thirds of the merchantable wood volume of rain forest, and comparatively few trees are of valuable species and of good form. Measurements of several

thousand trees show that the growth rate is only about one-third as rapid in the montane thicket as in the rain forest. Natural regeneration of openings generally takes place within 10 years in the rain forest zone but may take longer than 50 years in the montane thicket zone.

DIFFERENCES IN CLIMATE

The line which separates montane thicket and rain forest is approximately on the contour, and as might be expected the climate is not the same in both forests. The transition lies near the 73°F. isotherm. The mean temperature in the montane thicket is from 69° to 73° and in the rain forest from 73° to 76°. The most pronounced climatic difference, however, is in rainfall, although the border between the two types does not coincide with any specific isohyet. Mean annual rainfall in the montane thicket ranges from 100 to 180 inches and in the rain forest from 90 to 140 inches. Actual drought is very seldom if ever of significance to the vegetation, even in the lower forest.

Winds are strongest at high elevation, and on the ridges frequently attain 60 miles per hour. Hurricane winds undoubtedly also attain greater force at high elevation. Cloudiness also increases with altitude, as does relative humidity, but reading below 60 percent at midday in the montane thicket, indicates that minima may be of the same or-

DIFFERENCES IN SOILS

Two parent materials, andesitic tuff and quartz diorite, are found in both forest zones. Any effect which an abrupt change from one parent material to the other may have on the rain forest is impossible to determine at present, since the vegetation of all such areas has been disturbed. In virgin montane thicket, however, no change in the vegetation is seen along the line separating andesitic from dioritic parent material. Parent material is evidently of little or no significance to the occurrence of the two forest types. The soils beneath the two forests, however, are generally different even where the parent material is the same. The major general differences are the thicker organic layer, the wetter condition, and the relatively impervious subsoil in the montane thicket zone.

Under the montane thicket the organic matter of the soil is very prominent in the A-layer, which averages 10 to 14 inches in depth and may be as deep as 40 inches or, at the other extreme, may even be absent locally where erosion is rapid. This layer is plastic, gray to black, and may contain 8 to 12 percent organic matter. Under the rain forest this black layer is absent. The B-layer, 6 to 24 inches deep, may also be 2 or 3 percent organic matter. The B-layer, in the rain forest zone, judging from tests of Catalina clay on the north slope of the mountain, contains less than 1 percent of organic matter. A typical soil profile at high elevation over quartz diorite, a composite from three samples, is as shown in Table 1.

The soil at high elevation is generally saturated with water, even on exposed slopes. Water frequently stands on the surface, which is covered by a slimy algal growth in some places. The extreme wetness of the soil gives rise to bog conditions, including growth of sphagnum moss, superficial plant roots, and an accumulation of incompletely decomposed organic matter. Under extremely wet conditions a gley horizon 12 inches in depth and blue in color may develop. None of these characterize the soils of the rain forest zone.

The wetness of the soil under the montane thicket is accentuated by impeded drainage, a characteristic not generally associated with the soils of the rain forest. At high elevation even soils which are derived from quartz diorite and largely composed of sand tend to develop an impervious layer of accumulation at a depth of from 20 to 48 inches. This is generally a thick layer of finely-divided material, but it may also include a thin cemented iron

TABLE 1.— Soil characteristics under montane thicket.

Profile	Thickness of layer	Color	pH	Organic matter	Texture			
					Sand	Clay	Silt	Class
	Inches				%	%	%	
A_1	3-24	Dark brown-black	4.4-5.2	4.5-8.0	74-92	4-8	3-17	Sand-sandy loam
A_2	3-16	Mottled brown-black	4.2-5.0	2.0-8.0	69-80	7-19	10-16	Sand-sandy loam
B	6-24	Brown-gray	4.3-4.9	0.0-3.8	50-67	20-37	12-16	Sandy clay-sandy clay loam
C	24+	Red or yellowish brown	4.6-5.0	0.0-0.2	48-75	7-25	18-28	Sandy loam-clay loam

hardpan. In the rain forest zone, on the other hand, quartz diorite soils are among the best drained of the entire island. Even Catalina clay, in the rain forest zone, has a higher infiltration rate (4 inches per hour) than that of the quartz diorite soil under the montane thicket. Typical readings at high elevation range from 0 (very common) to 1.5 inches per hour, much less than sufficient to absorb any large proportion of the heavier showers. In an 800-acre watershed at high elevation with soil derived from quartz diorite and covered by virgin montane thicket at least 65 percent of the rainfall was found to enter the river as peak flow, never entering the soil.

The Influence of Soil on the Vegetation

Beard (1) ascribes the differences between the montane and lower montane rain forest largely to physiological drought. Morphologically the trees of the upper forest show signs of the influence of drought in their short stature, their small, leathery, curled leaves, and numerous dead upper branches. Since soil water is abundant, however, drought must be purely physiological, that is, although physically present, the water must be unavailable to plants in sufficient quantities to replenish transpiration losses.

Physiological drought in the montane thicket appears to be only partly a direct result of climate. Whereas it is true that cooler temperature slows plant activities and might contribute to physiological drought, a mean temperature decrease of three or four degrees would not seem alone sufficient to explain the sharp transition in the vegetation despite the fact that the transition line parallels the isotherms. Increased precipitation is probably not directly an adverse factor and again would not explain the abrupt transition between the two forests. Wind is undoubtedly an important factor to some significance in physiological drought, since it accelerates the rate of evaporation. There is some indication that exposure to the wind favors the upper type, but the transition also takes place in relatively protected valleys. Hurricanes are probably of minor significance. There is no clear evidence of succession in the montane thicket toward rain forest despite an 18-year hurricane-free period in Puerto Rico.

The environmental characteristic most closely related to the occurence of the two forest types is impeded soil drainage, an edaphic factor. Impeded soil drainage is inextricably bound to the heavy rainfall and the high organic matter content of the soil. Presumably it is a result of the process of podzolization in which colloidal matter, including sesquioxides, has been leached downward and precipitated in an accumulation layer. The consequence is a saturated, poorly aerated organic soil which inhibits

root penetration and water absorption by the plants. In the rain forest zone this impeded drainage is not characteristic of soils derived from either andesitic tuff or quartz diorite.

The effect of impeded soil drainage upon the occurence of the two forest types is evident in many places. Within the montane thicket the evidence of physiological drought is marked, even in ravines where winds are certainly no more pronounced than on ridges at slightly lower elevation. Also, montane thicket species are generally well represented in poorly drained arroyos near the upper edge of the rain forest zone. In addition, within the montane forest zone the vegetation becomes much more luxuriant locally where the soil is well drained. Such areas include very steep slopes or stream banks where, because of soil instability no effective layer of accumulation develops, and infiltration may be as rapid as 10 inches per hour or more. The typical vegetation of such areas includes several rain forest species not common in the montane thicket, and generally is dominated by the sierra palm (*Euterpe globosa* Gaertn.)

LITERATURE CITED

1. BEARD, J. S. 1942. Montane vegetation in the Antilles. Carib. Forester 3:61-74.

. ———— 1948. The natural vegetation of the Windward and Leeward Islands. Oxford Forestry Mem. 21 192 pp.

(Traducción del artículo anterior)

El Suelo Como un Factor Para la Existencia de Dos Tipos de Bosque Montano en Puerto Rico

En las Indias Occidentales la vegetación nativa más exuberante se encuentra por lo general en las montañas, donde durante todo el año la temperatura y la precipitación fluctúan cerca de las condiciones óptimas para el crecimiento vegetal. En las montañas de Luquillo en Puerto Rico la formación vegetal mejor desarrollada que Beard (1) denomina bosque pluvial pedemontano se encuentra entre los 150 y 670 metros de elevación. Inmediatamente más arriba de ese bosque pluvial se encuentra otra formación, el bosquete montano ("montane thicket" de Beard (2)), que ofrece un marcado contraste en composición, estructura y valor. El examen de estos dos tipos de bosque y de los suelos donde están enclavados, (cuyos resultados aparecen descritos aquí) indican que las características que sirven para diferenciarlos son en parte originadas directamente por el clima pero que las diferencias edáficas causadas por el clima son también importantes.

Hay notables diferencias en composición entre el bosque pluvial pedemontano y el bosquete montano. El estudio ecológico de una muestra del 2 por ciento de una extensión de 4.450 hectáreas en los dos tipos mencionados indica que el número de especies comunes es tres veces mayor en el bosque pluvial que en el bosquete montano. Con excepción de la palma de sierra (*Euterpe globosa* Gaertn.) ninguna de las especies forestales prominentes se encuentra igualmente a sus anchas en ambos tipos forestales y por lo tanto las especies forestales dominantes son diferentes en estas dos formaciones. En el bosque superior el estrato rasante está compuesto principalmente de gramíneas, juncos y musgo (*Sphagnum*) mientras que en el inferior predominan las yerbas en ese estrato.

Los dos bosques son también estructuralmente diferentes. Los árboles más altos tienen más de 30 metros de altura en el bosque pluvial en contraste con el bosquete montano donde sólo alcanzan unos 20 metros. Los árboles peculiares del bosque pluvial que se encuentran en el bosquete montano son típicamente achaparrados. Los diámetros máximo y promedio en estos dos bosques son más o menos iguales, pero en el bosquete montano el adelgazamiento gradual del tronco hacia arriba es más pronunciado, las copas nacen desde más abajo en el tronco y la proporción de ramas es mayor. La densidad natural de los dos bosques es más o menos igual pero el bosque pluvial tiene tres estratos arbóreos y el bosquete montano sólo dos. Muchos árbobles en el bosquete montano se inclinan ladera abajo y la mayoría de los árboles dominantes, no importa la especie, tienen ramas muertas en la parte de arriba de las copas, características que no están presentes en el bosque inferior. Algunas especies en el bosque pluvial son deciduas, en el bosquete montano todas son perennifolias. Las hojas compuestas no escasean en el tipo inferior pero en el tipo superior están prácticamente ausentes. El tamaño promedio de las hojas en el bosque inferior es mayor (mesófilo de Raunkiaer) que en el superior (micro-mesófilo de Raunkiaer). Los árboles que son comunes en ambos tipos por lo general presentan hojas más pequeñas en el bosquete montano que en el bosque pluvial. Las lianas abundan mucho más en el bosquete montano que en el bosque pluvial.

Las diferencias entre estos dos bosques no son puramente de interés ecológico sino que afectan también su valor económico. Los rodales vírgenes del bosquete montano por lo general contienen sólo dos terceras partes del volumen comerciable de madera que contiene el bosque pluvial y en contraste con éste, sólo algunos árboles son de especies valiosas y de buena forma. Las medidas tomadas a varios miles de árboles indican que el compás de crecimiento en el bosquete montano es sólo aproximadamente una tercera parte del compás de crecimiento en el bosque pluvial. Generalmente, la regeneración natural de los calveros toma 10 años en la zona de bosque pluvial pero en la zona de bosquete montano puede tomar hasta más de 50 años.

Diferencias Climaticas

La línea que separa el bosquete montano del bosque pluvial está marcada aproximadamente por el contorno topográfico y como es de esperarse el clima no es igual en ambos bosques. La transición tiene lugar aproximadamente en la isoterma de 23°C. La temperatura media en el bosquete montano fluctúa entre 20 y 30°C y en el bosquete pluvial entre 23 y 24,5°C. Sin embargo, la diferencia climática más pronunciada es con respecto a la precipitación, aunque el límite entre ambas formaciones no coincide con ninguna isohieta específica. La precipitación media anual en el bosquete montano fluctúa entre 2.540 y 4.570 mm. y en el bosque pluvial fluctúa entre 2.280 y 3.555 mm. La verdadera sequía es muy raras veces significativa para la vegetación, aún en el bosque inferior.

Los vientos tienen mayor fuerza a mayor elevación y en las crestas la velocidad llega con frecuencia a 96 kilómetros por hora. Sin lugar a dudas los vientos huracanados alcanzan también mayor velocidad a mayor elevación. La nebulosidad también aumenta con la altitud, lo mismo que la humedad relativa, pero las lecturas de menos del 60 por ciento al medio día en el bosquete montano indican que sus mínimas son de la misma índole.

Diferencias en Suelo

En ambas zonas forestales se encuentran dos materiales madre: tufa andesítica y diorita cuarzosa. Cualquier efecto que pudiere resultar de un cambio abrupto en-

tre un material madre y otro en el bosque pluvial es imposible determinarlo en el presente, ya que la vegetación en tales áreas ha sido perturbada. Sin embargo, en el bosquete montano virgen no se ve ningún cambio a lo largo de la línea que separa el material madre andesítico del diorítico. El material madre evidentemente tiene poco o ningún significado determinativo de la presencia de los dos tipos forestales. Sin embargo, los suelos de los dos tipos son generalmente diferentes aún en los sitios donde el material madre es idéntico. Las diferencias generales más grandes son que en el bosquete montano la capa orgánica es de mayor espesor, la humedad es más alta y el subsuelo es relativamente impermeable.

En el bosquete montano la materia orgánica del suelo es muy prominente en la capa A, que tiene una profundidad promedio de 25 a 35 centímetros y puede llegar hasta 100 centímetros y el extremo contrario es que hasta puede faltar localmente donde la erosión es rápida. Esta capa es plástica, de color gris a negro y puede contener un 8 a 12 por ciento de materia orgánica. Esta capa negra no aparece en el bosque pluvial. La capa B, de 15 a 61 centímetros de profundidad puede tener también de 2 a 3 por ciento de materia orgánica. La capa B en la zona de bosque pluvial según el examen de la arcilla de la serie Catalina en la vertiente norte de la montaña, contiene menos de 1 por ciento de materia orgánica. En la tabla número 1 aparece un perfil edáfico típico de altas elevaciones de suelo diorítico cuarzoso, hecho a base de tres muestras.

El suelo a altas elevaciones está por lo general saturado de agua, aún en las laderas expuestas. El agua se queda con frecuencia en la superficie, que está cubierta de algas limosas en algunos sitios. La extrema humedad del suelo crea una condición esponjosa, que tutela el crecimiento del musgo (*Sphagnum*), de raíces superficiales y la acumulación de materia orgánica incompletamente descompuesta. Bajo condiciones extremadamente húmedas puede surgir un horizonte de gley de 12 pulgadas de espesor y de color azul. Ninguna de estas características aparece en la zona de bosque pluvial.

La humedad del suelo en el bosquete montano está acentuada por el hecho de que hay impedimento en el drenaje, característica ésta que no está generalmente asociada con el bosque pluvial. A grandes elevaciones aún los suelos derivados de la diorita cuarzosa y compuestos primordialmente de arena tienden a desarrollar una capa

TABLA 1.— Características del suelo del bosquete montano

Perfil	Espesor de la capa	Color	pH	Materia orgánica	Textura			
					Arena	Arcilla	Limo	Clase
	Centímetros				%	%	%	
A_1	7,6-60,9	Pardo-negro obscuro	4,4-5,2	4,5-8,0	74-92	4-8	3-17	Arena-arenosa lómica
A_2	7,6-40,6	Pardo-negro moteado	4,2-5,0	2,0-8,0	69-80	7-19	10-16	Arena-arenosa lómica
B	15,2-60,9	Pardo-gris	4,3-4,9	0,0-3,8	50-67	20-37	12-16	Arcilla arenosa-arcilla arenosa lómica
C	60,9	Rojo o pardo amarilloso	4,6-5,0	0,0-0,2	48-75	7-25	18-28	Arenoso lómica-arcilla lómica

impermeable de acumulación, a una profundidad de 50,8 a 121,9 centímetros. Esta capa espesa consiste de material finamente dividido, pero también puede incluir una delgada capa dura de hierro cementado. En la zona del bosque pluvial, por el contrario, los suelos originados de diorita cuarzosa son los de mejor drenaje en toda la isla. Aún la arcilla de la serie Catalina, en la zona de bosque pluvial tiene un compás de filtración más rápido (10,2 centímetros por hora) que la diorita cuarzosa del bosquete montano. Las lecturas típicas a altas elevaciones fluctúan entre 0 (muy común) y 3,8 centímetros por hora lo cual es mucho menor de lo que se necesita para absorber cualquier gran proporción de los aguaceros más fuertes. En una cuenca hidrográfica de 323,7 hectáreas, situada a alta elevación, con suelo derivado de diorita cuarzosa y cubierta de bosquete montano virgen, se encontró que por lo menos el 65 por ciento de la lluvia abordaba los ríos como desague máximo, sin entrar nunca en el suelo.

Influencia del Suelo Sobre la Vegetacion

Beard (1) adjudica las diferencias entre el bosque montano y el bosque pedemontano mayormente a la sequía fisiológica. Morfológicamente los árboles del bosque superior muestran señales patentes de la acción de la sequía, en su porte menor, sus hojas pequeñas, coriáceas y ensortijadas y la abundancia de ramaje superior muerto. Sin embargo, como el agua abunda, la sequía debe ser puramente fisiológica, es decir que a pesar de estar presente físicamente, no es utilizable por las plantas en cantidades suficientes para reemplazar la que se pierde por transpiración.

La sequía fisiológica en el bosquete montano parece ser sólo parcialmente ocasionada por efecto directo del clima. Aunque es cierto que una temperatura más fría decelera las actividades de las plantas y puede contribuir a la sequía fisiológica, una disminución media de sólo 3 ó 4 grados no parece suficiente por sí sola para originar la marcada transición de la vegetación, a pesar del hecho de que la línea de transición es paralela a las isotermas. La mayor precipitación probablemente no es un factor adverso directo ni tampoco explicaría la abrupta transición entre los dos bosques. El viento es indudablemente un factor importante y de alguna significación en la sequía fisiológica ya que acelera la velocidad de evaporación. Hay algunos indicios de que la exposición al viento favorece el establecimiento del tipo superior pero la transición tiene lugar también en valles relativamente protegidos. La influencia de los huracanes es probablemente de menor importancia. No hay evidencia clara de sucesión del bosquete montano hacia el bosque pluvial a pesar de que en Puerto Rico ha transcurrido un lapso de 18 años sin azote de huracanes.

La característica ambiental más estrechamente relacionada con la existencia de dos tipos diferentes es el impedimento en el drenaje del suelo, un factor edáfico. El impedimento en el drenaje del suelo está inextricablemente unido a la elevada precipitación y al elevado contenido del suelo en materia orgánica. Es de presumirse que sea un resultado del proceso de podzolización por el cual la materia coloidal, incluyendo los sesquióxidos, ha sido lavada hasta cierta profundidad y precipitada en una capa de acumulación. Por consecuencia se origina un suelo orgánico saturado, pobremente aereado que inhibe la penetración de las raíces y la absorción de agua de parte de las plantas. En la zona de bosque pluvial este impedimento en el drenaje no es característico de los suelos derivados ni de tufa andesítica ni de diorita cuarzosa.

El efecto que el drenaje impedido tiene sobre la aparición de los dos tipos forestales es evidente en muchos sitios. En el bosquete montano la sequía fisiológica es marcadamente evidente aún en hondonadas donde los vientos ciertamente no son más pronunciados que en los cerros a elevaciones ligeramente inferiores. Además, las especies del bosquete montano están por

lo general bien representadas en arroyos malamente drenados cerca del límite superior de la zona de bosque pluvial. También, dentro del bosque montano la vegetación se torna mucho más exuberante en los sitios donde el suelo está bien drenado. Tales áreas incluyen laderas muy inclinadas o bancos de arroyos donde, debido a la inestabilidad del suelo, no se desarrolla una capa efectiva de acumulación y la infiltración puede ser hasta de 25,4 centímetros por hora o más. La vegetación típica de tales áreas incluye varias especies del bosque pluvial que no son comunes en el bosquete montano y generalmente domina en ellas la palma de Sierra (*Euterpe globosa* Gaertn.).

LITERATURA CITADA

1. BEARD, J. S. 1942. Montane vegetation in the Antilles. Carib. Forester 3:61-74.
2. ———— 1948. The natural vegetation in the Windward and Leeward Islands, Oxford Forestry Mem. 21. 192 pp.

Primavera, Important Furniture Wood of Central America

F. BRUCE LAMB

Costa Rica

Primavera from Central America has been an important wood in the furniture and fixture trade for 50 to 75 years. With the popularity of so-called blond finishes in the furniture trade, it became one of the favorite furniture woods since the various attractive grains and figures were displayed to the best advantage by a light finish. Considerable quantities were sold in the past under the trade name of blond mahogany. However, the more appropriate name, primavera, is now almost universal in the trade.

Cybistax donnell-smithii (Rose) Seibert (*Tabebuia donnell-smithii* Rose) (10) is known locally as "primavera", "palo blanco", "duranga", and "flor de zope" in Mexico; "palo blanco" and "copal" in Guatemala; "San Juan" in Honduras; and "cortez" in El Salvador (8). The tree ranges up to 90 feet in height and to 4 feet in diameter, with a clear bole 25 to 40 feet long. In the dry season it is deciduous just before the showy yellow flowers appear.

The wood is cream colored, yellowish white to pale yellowish brown, often with darker streaks. The sapwood, though somewhat paler, is not distinctly demarcated from the heartwood (8). The commonly interlocked grain produces a roey figure on the radial surface; broken stripe, mottle, and fine feather grain are also produced along with crotch and swirl figures. The wood is easy to work with medium to rather coarse texture. It takes an attractive polish and holds its place well when manufactured (8). The lumber is seasoned without difficulty and may be dried rapidly without serious checking or warping (3).

Distribution

The natural distribution of the tree is not extensive, apparently being restricted to southwestern Mexico, the Pacific coast of Guatemala and El Salvador, and north central Honduras. Primavera is found in mixed forest on well drained limestone, volcanic detritus, or alluvial soils in the tropical dry forest and tropical moist forest formations by Holdridge's classification of vegetation (4) or the semievergreen seasonal forest formation by Beard's classification (1). On the western coastal plain of Guatemala where Primavera was at one time abundant ,the climate is tropical with a marked dry season from November to May. The total rainfall ranges between 40 and 100 inches, with the bulk of it falling from June to October.

Utilization

Most of the primavera has been exported in the log for the manufacture of fancy-veneer, and this will probably continue to be the principal use as long as adequate supplies are available. However, the lumber is used locally for furniture and interior trim, and the poorer grades for boxes. Tests show that this wood is also suitable for pattern stock, millwork, boat planking and special exterior uses because of its excellent weathering characteristics (3).

For face veneer the logs are usually quartered to make flitches. In order to get veneer of sufficient width to be attractive to the furniture trade, logs at least 24 inches in diameter and 8 feet long are required. However, because of difficulties in getting sufficient quantities of veneer logs to meet present market demands, logs as small as

18 inches in diameter and 6 feet in length are occasionally accepted. Reject logs are usually sawn locally into lumber both for export and local use.

When the pent-up demand caused by lack of shipments during the war took effect in the log market, prices went from $150 to $350 and higher per thousand board feet within a year. Even at these prices shipments remained small. The main reason for this price was the scarcity of standing timber. Primavera with its restricted distribution has been seriously overcut, so that material is not now available to assure the continuous supply needed for the establishment of production schedules in the furniture and fixture trade. If the market for this wood is to be maintained, a serious effort to establish adequate growing stock is essential.

The summary of past production figures in table 1 for primavera gives and indication of the possible future market for this wood if continuous production can be maintained in sufficient volume to sustain the market. If it can be produced in quantity at prices that are competitive with mahogany and other furniture woods, the consumption might be greatly increased.

TABLE 1.— Primavera production Mexico (6)

Year	Production
	MBM*
1937	1,060
1938	280
1939	520
1940	490
1941	4,100

* Thousand board feet

The values shown in Table 2, taken from customs declarations, are considerably below the prices paid for logs in the countries of origin. From 1945 to 1949 the price in Guatemala for veneer logs was $300 and more per M FOB railroad.

TABLE 2.— Primavera imports into the United States (7)

Year	Volume	Declared value
1939	1,127	110
1940	723	111
1941	1,472	183
1942	726	95
1943	—	—
1944	128	210
1945	848	185
1946	1,410	205
1947	1,061	270
1948	215	285
1949	125	215

The bulk of the logs exported have come from the Isthmus of Tehuantepec via the rivers that flow into the Gulf of Mexico and from Guatemala via Puerto Barrios. However, supplies from these sources have been greatly depleted and shipments have been made from Honduras since the war. Wood from this source is considered generally somewhat coarser in texture and darker in color than that from Guatemala and Mexico.

PLANTATIONS

Primavera is not a difficult tree to establish in plantations, and successful methods have already been determined. Interest in establishing plantations of primavera has been a recent development. It is reported that in the vicinity of Tapachula, Mexico, this tree has been used to provide shade for cacao plantations, but the age and progress of these plantations is not known. In Guatemala 150 primavera trees were planted in 1923 at the corners of the cleaning tasks in a coffee plantation near Santa Lucía at an elevation of approximately 2,000 feet, and other small plantations have been established on private lands. Interest in establishing plantations of valuable timber trees has increased in Guatemala during the past 20 years among the more progressive land holders; and plantations of primavera are now fairly numerous. One plantation

started in 1937 now has over 200,000 trees established (See Fig. 1), and the United Fruit Company has approximately 500 acres planted in Guatemala and 1,500 acres in Honduras.

Nursery Practice

Seed ripens during March in Honduras and in April or May in Guatemala. A few of the seed pods on each tree ripens 2 or 3 weeks before the main crop is ready. When the first pods start to ripen and turn brown, all of the seed has matured enough so that it can be harvested, and should be gathered without delay to prevent loss. Once the main crop starts to ripen the small, winged seed is all scattered within a short time and colection is imposible. The green seed pods ope nin 2 or 3 days after being gathered. They should be spread out in a dry place under shade and turned frequently during the period to prevent the development of fungus growth that will spoil the seed under warm humid conditions. After the seed has been separated it should be spread out and allowed to dry slowly under shade from 1 to 2

Fig. 1.—*Thirteen-year old plantation of primavera on volcanic detritus soil in Guatemala. Tree in the foreground is* 15 *inches D.B.H. Coffee is planted between the tree rows. (Plantación de primavera de* 13 *años de edad, en suelo de detritus volcánico en Guatemala. El árbol del frente tiene* 15 *pulgadas de D.A.P. Entre las líneas de árboles se siembra café).*

weeks. Seed has been stored satisfactorily for periods of 1 year by the United Fruit Company when dried to a moisture content of 5 to 7 percent and placed in sealed glass 10-gallon carboys.

The nursery program should be planned to produce seedlings approximately 6 feet high or about 1 inch in diameter at the ground level for field planting at the beginning of the rainy season so that the plants will have several months in which to become established before the dry season starts. It usually takes about 6 months for seedlings to develop to this size on favorable nursery sites. Light, fertile, well-drained sandy-loam soil has been proven to be the most satisfactory nursery soil for this species.

The seed is scattered on raised seed beds at the rate of approximately 50 seeds to the square foot and then covered with 1/8 inch of light soil or fine sand. Three-quarters shade should be provided by frames erected over the seed beds. Germination takes place within 12 to 18 days. After about 3 weeks in the seed bed, or when the plants are 1/2 to 1 inch high and have 2 leaves in addition to the 2 cotyledons, the plants are ready to move to the nursery beds where they are usually spaced 1 x 1 inch. The seedlings at this stage stand moving without apparent retardation in development, and shade is not required in the nursery beds. However, best results are obtained if the transplanting is done in the late afternoon and evening from 3 to 7 p.m.

Irrigation is usually necessary in both the seed and nursery beds, but care should be taken not to over-irrigate. Good drainage is essential. The foliage is very delicate in the early stages of development of the plants and may be damaged by coarse spray irrigation.

Field Planting

Primavera requires light, well drained soil. It develops satisfactorily on light, sandy loam, alluvial or volcanic soils or on shallow, well drained clay underlaid by limestone. (See Fig. 2) On heavy, poorly drained soils the roots die, causing die-back of the crown. If conditions are very adverse stagnation and death result.

Field planting should be done during the early part of the rainy season to provide sufficient time for the plants to become adjusted before the dry season starts. Young primavera plants show remarkable coppicing power (10) and in preparing planting stock for transplanting to the field the trees are cut back within 4 to 6 inches of the ground level the day before lifting from the nursery. Lifting can be done with a shovel or fork and reasonable care should be taken not to injure the root system more than is necessary. The excess dirt is either shaken or washed from the roots and the plants are wrapped in wet burlap in bundles of 25 for transportation to the field.

The bulk of the planting in Central America has been done in cleared lines cut through second growth bush. The planting lines are usually cleared to the width of 3 feet and spaced 25 to 30 feet apart. Plants in the lines have been spaced from 3 to 15 feet apart.

Planting in cleared lines in second-growth bush has proven less costly and more sucessful than planting on cleared land. The cleaning expense is higher on cleared land because of the herbaceous plants and climbing vines that choke out the young trees. The second growth bush provides a nurse crop that can be regulated by occasional cutting to release the crop trees when necessary.

Successful establishment depends to a large extent on care during the planting process. The planting crews should be provided with wet burlap and the roots should be protected from drying out during the planting. Adequate supervision during field planting is the best safeguard for satisfactory survival. Eighty percent survival can be expected if reasonable care is maintained during the transplanting process.

FIG. 2.—*Three-year old United Fruit Co. primavera plantation on sandy, alluvial, river bottom soil in Honduras. (Plantación de primavera de la United Fruit Co. Tiene 3 años de edad y crece sobre suelo arenoso, aluvial de fondo de río).*

Plantation Care

Primavera is not shade tolerant but requires full overhead light to maintain satisfactory growth. If planting is done in cleared lines in second growth forest, the young trees should be released from competing vegetation at least once a year for the first 5 years. Primavera will prune itself naturally to a certain extent where side competition is present. However, after the fifth year occasional pruning may be necessary to get the maximum production of high quality veneer logs.

Primavera, if planted in mixtures with other trees such as mahogany and cedar, will dominate the mixture on sites favorable to primavera because of its very rapid growth (5). This fact should be considered if mixed plantings are contemplated.

Ground fires are possible during the dry season in some areas suitable for growing primavera, and provision should be made for fire protection where necessary. Young trees in sapling and pole stage have been reported to recover from a severe scorching by fire (10).However, serious damage may result from fire, and protection should be provided during critical periods.

Disease and Pests

On favorable sites primavera is remarkably free from disease organisms and pests.

On poorly drained heavy soil, root-rot and die-back can be expected. During part of the year the leaves are riddled with very small holes made by an unidentified insect. However, this attack causes no apparent damage to the tree.

At Finca Panama in Guatemala at an elevation of approximately 2,500 feet, a serious wilt disease of primavera was observed in 1949, in a 2-year old plantation. (See Fig. 3) Approximately 30 trees were affected. This disease spread from a point of infection on one of the fully developed leaves near the terminal shoot, progressing from the point of infection to the main stem and affecting all the leaves and the cambium layer of the trunk so that the bark would slip under pressure from the hand or fingers. All stages of the disease were observed from the initial stage of infection where just a small patch on a leaf had turned dark and wilted to the stage where all the leaves had wilted and the trunk was affected almost to the ground level. Facilities were not available for the identification of the disease-causing organism, but it apparently was either a fungus or virus disease. All but a few trees recovered later, according to a report from the owner. No trace of this disease was found nor has been reported in other plantations of primavera. This plantation is apparently near the upper elevation limit of this species and may be more susceptible to disease at this altitude than at lower elevations.

Log Defects

The most prevalent defect encountered in manufacturing primavera logs into lumber and veneer is the wild or wandering heart. The factors that cause the pith or heart to deviate from the center of the log are not understood at the present time. However, the experience with mahogany has been that this defect is most common in trees growing

FIG. 3.—*Primavera plantation in Guatemala 2 years old. Tree in the foreground is affected by wilt disease described in text. (Plantación de primavera de 2 años de edad, en Guatemala. El árbol del frente se ve atacado de la enfermdad marchitante descrita en el texto).*

on steep slopes. Perhaps this is also true of primavera though no data are available to indicate this fact. Brown-stain in streaks and patches also occurs in primavera, but the cause has not been investigated.

After the logs have been felled they are subject to the attack of pinworms or shothole beetles (*Scolytida spp*) which cause serious defect. Prompt shipment after cutting and treatment of the logs with insecticides are important control measures. Local tradition prescribes cutting at the right time of the moon to keep attack at a minimum. Without going into a full discussion of this controversial subject, it may be said that systematic experimentation has shown that the water content of living sapwood varies seasonally in some species of trees and is more or less constant throughout the year in others. Variation within the lunar cycle does not appear to have been studied in trees except with inconclusive results (2). Water content or sap content of the wood is apparently one of the important factors affecting incidence of pin-worm attack.

Plantation Yields

Sufficient data are not available to make exact predictions as to what primavera will yield under plantation conditions. However, assembling information from various sources, some generalizations are possible.

Tally sheets were examined for the logs produced by 90 trees cut at Finca El Baul in Guatemala 32 years after planting. These trees were grown in a coffee plantation at wider spacings than would prevail under timber plantation conditions. These trees produced 241 veneer logs from 18 to 31 inches scaling diameter and from 6 to 12 feet in length with a total log scale by the Doyle rule of 37,378 board feet; and 208 logs not suitable for veneer from 12 to 17 inches in diameter and 6 to 12 feet long, producing 15,826 board feet of sawn lumber which was 20 percent 1st and 2nd, 47 percent No. 1 common and better, and 35 percent No. 2 common and shorts. The veneer logs were sold at $190 per M FOB railroad; the lumber 1st and 2nd $170 per M, No. 1 common $130 per M, No. 2 common and shorts $70 per M in 1945. Under these conditions the average tree produced 591 board feet per tree in 32 years.

Kinloch (5) reports mean annual diameter and height growth for various tree classes under plantation conditions as seen in Table 3. Data were taken from 735 trees 3 to 9 years old. Diameter was measured at 1.5 meters above ground level.

The total merchantable volume (Doyle scale) of the mean tree at different ages predicted from the data is as shown in Table 4.

The growth rates shown in Tables 3 and 4 indicate that 30 to 35 years will be required to produce the minimum size log acceptable to the veneer trade, namely, 24 inches in diameter and 8 feet long. The 150-tree plantations established in 1923 in Guatemala at wide spacing in a coffee plantation mentioned previously, is reported to have prod-

TABLE 3.— Diameter and height growth of primavera

Diameter class	Crown class	Mean diameter	Mean annual diameter increment	Mean height	Mean annual height increment
Inches		*Inches*	*Inches*	*Feet*	*Feet*
0 - 1.56	Replant	1.2	.41	8.35	2.75
1.97- 3.95	Replant	3.2	.64	16.2	3.25
4.35- 6.35	Suppressed	5.8	.64	23.0	2.5
7.5 -10.1	Sub-dominant	8.6	.95	27.5	3.05
10.6 -14.5	Dominant	11.4	1.26	31.0	3.45

TABLE 4.— Tree volume related to age

Age	Volume
Years	*Board Feet*
20	206
25	418
30	706
35	1,094
40	1,442

uced 100,000 board feet of logs suitable for veneer and lumber when cut in 1945, 32 years later (5). Available data are insufficient to indicate what total volume per acre even-aged, fully-stocked plantations of primavera will produce on a 30- to 35-year rotation. However, it may be assumed that the maximum number of trees per acre at the end of the rotation would not be more than 90 on favorable sites if the previously mentioned growth rates are to be achieved. Assuming that the average tree would produce 600 board feet at this age, the plantation would carry 54,000 bd. ft. per acre at 35 years, producing at the rate of 1,500 bd. ft. per acre per year.

It seems reasonable to assume on the basis of available information that fully stocked primavera plantations on favorable sites under intelligent management will produce at least 1,000 board feet per acre per year, with a total volume of 35,000 board feet per acre at 35 years. Whether or not it will be desirable to harvest plantations on a 35-year rotation depends on several factors, such as the annual volume and value increment as the 35th year is reached, and upon market conditions.

Cost and Expectation Value of Plantations

To determine what can be expected as a return on money invested in establishing primavera plantations, a comparison between the cost value per acre and the expectation value per acre is of interest.

The cost value per acre of primavera growing stock at the end of the rotation can be expressed in formula as follows:

$$^{r}Gc = c(1.0p^{r}) + (Sc + E)\ (1.0p^{r} - 1)$$

The expectation value of the same growing stock can be expressed in formula form as follows:

$$^{r}Ge = \frac{Yr - c(1.0p^{r}) - (Sc + E)\ (1.0p^{r})}{1.0p^{r} - 1}$$

In which:

"c" is the cost of planting, which has averaged 15 cts. per tree or $18 per acre for 120 trees..

"p" is the rate of compound interest, set at 4 percent.

"r" is the rotation, 35 years.

"Sc" is the land value, estimated at $20 per acre, corresponding to the higher values found.

"E" is the current annual expense, estimated at $1.00 per acre.
During the first 5 years this expense may be somewhat higher but will decrease thereafter.

Solution of the formula gives a cost value of $203.59 per acre for primavera growing stock 35 years after planting.

"Yr" is the yield at 35 years, based on the data presented would be 35,000 bd. ft. of timber, of which approximately 50 percent would be veneer logs and 50 percent suitable for lumber. Based on present price trends, the veneer logs would be worth at least $250 per thousand board feet FOB railroad. Logging cost to the railroad should not be more than $50 per thousand board feet in the areas now being planted.

The net value of veneer logs—$200x17.5M=$3,500
The net value of other logs—$100x17.5M=$1,750
Yr $5,250

The expectation value of primavera growing stock at 35 years according to this calculation, is $1,712.96 per acre. The difference between the cost value and the expectation value per acre at 35 years of age is $1,509.37, which is the accrued profit per acre at 35 years in addition to the 4 percent compound interest earned on the cost of planting, value of the land and annual expense.

On the basis of this analysis of the data now available, it is evident that the growing

of primavera presents an attractive investment opportunity. The values used in this analysis are all considered conservative. It should be possible to reduce the planting cost somewhat. The land value is probably high for the type of non-agricultural land actually being planted and the annual expense is ample and may be reduced as a result of further experience. The yield values are considered conservative on the basis of present market conditions, and it is possible that future values may be greater than shown.

Areas Suitable for Growing Primavera

The limited geographical distribution of primavera is no indication of the area presenting ecological conditions suitable for the development of this tree. The Pacific coast of Central America from El Salvador to Panamá has extensive areas of well drained, light, volcanic or alluvial soil with annual rainfall between 40 and 100 inches and a marked annual dry season of 2 or 3 months. On the Caribbean coast the areas are less extensive. However, there are some areas of well drained alluvial soils that are suitable. On the Caribbean islands primavera could undoubtedly be successfully grown on shallow well-drained limestone, as well as volcanic and alluvial soils in the areas receiving 40 to 100 inches of annual rainfall from sea level to an elevation of approximately 2,000 feet.

There still remain a number of factors to be evaluated as more experience is gained in the field of tropical American forestry. It is not now known what basal area and number of stems per acre will promote most satisfactory development of the plantation on different sites at different ages, what final volume per acre can be expected, or what length of rotation will be most profitable. Whether even-aged plantations of one species or all-aged mixed forest should be the objective of forest management is another factor which remains to be determined. However, all indications are that the establishment of well-stocked stands of primavera on suitable sites offers a profitable method of land utilization in tropical America, as well as a means of stabilizing the production needed for future industrial use.

LITERATURE CITED

1. BEARD, J. S. 1946. The natural vegetation of Trinidad. Oxford Forestry Memoirs No. 20. Oxford Univ. Press.
2. BEESON, C. F. 1946. Forestry, horticulture and the moon. Forestry Abstracts. 8(2):191-197.
3. DICKINSON, F. E., R. W. HESS, AND F. F. WANGAARD. 1949. Properties and uses of tropical woods. Tropical Woods No. 95. Yale Univ. Press. p. 104-108.
4. HOLDRIDGE, L. R. 1946. Determination of world plant formations from simple climatic data. Science 105:2727. 367-368.
5. KINLOCH, J. B. 1946. Report on preliminary inspection of Anubis timber plantation. Unpublished report. Nov.
6. MARTINEZ, J. G. 1944. Desarrollo y utilización de los recursos forestales de Mexico. Carib. Forester 5:124-135.
7. MCKELLAR, A. D. 1947. Immense tropical hardwood forests await development. Foreign Commerce Weekly. U. S. Dept. Commerce. Oct.
8. RECORD, S. J. AND R. W. HESS. 1943. Timbers of the New World. Yale University Press. p. 80.
9. SEIBERT, R. J. 1936. The Bignoniaceae of the Maya area. Miscellaneous Papers No. 522. Carnegie Institute of Washington.
10. STEVENSON, N. S. 1943. Report of the forest department for the year ended 31st Dec. 1943. Belize, British Honduras.
11. STIRLING, M. W. 1947. On the trail of La Venta man. National Geographic. 91:137-172.

(Traducción del artículo anterior)

La Primavera, una Importante Madera de Ebanistería de la América Central

La primavera de la América Central ha sido una importante madera de ebanistería por espacio de 50 a 75 años. Con la popularidad del llamado acabado rubio en ebanistería, esta madera se convirtió en una de las favoritas, ya que los diversos granos atractivos quedaban visibles para su mejor provecho en los acabados ligeros. En el pasado se vendieron considerables cantidades de esta madera bajo el nombre comercial de "blond mahogany". Sin embargo, el nombre más apropiado, primavera, es hoy día casi universal en el mercado.

Cybistax donnell-smithii (Rose) Seibert (*Tabebubia donnell-smithii* Rose) (10) se conoce localmente en México bajo el nombre de primavera, palo blanco, duranga y flor de zope; en Guatemala como palo blanco y copal; en Honduras como San Juan y en El Salvador como Cortez.

El árbol llega a 90 pies de altura y 4 pies de diámetro, con un bolo limpio de 25 a 40 pies de largo. En la época seca es deciduo poco antes de aparecer sus vistosas flores amarillas.

La madera es color crema, de blanco amarillenta a pardo amarillenta a menudo con vetas más obscuras. El límite entre albura y corazón no está bien demarcado, a pesar de que la albura es más pálida (8). El grano, por lo común entrecruzado, forma una figura en la superficie radial; también se producen granos en forma de franjas cortadas, motas, y plumilla junto con cruces y remolinos. La madera es fácil de trabajar, de textura de mediana a algo tosca. Toma un atractivo pulimento y no sufre alteraciones después de elaborada (8). La madera se seca sin dificultad y ello puede hacerse rápidamente sin alabeos ni rajaduras (3).

DISTRIBUCION

La distribución natural de este árbol no es extensa pues aparentemente está restringida al sudoeste de México, la costa del Pacífico de Guatemala y el Salvador y la parte norte central de Honduras. El árbol de primavera se encuentra en bosques mixtos en suelos calizos volcánicos o aluviales bien drenados en las formaciones de bosque seco tropical y bosque semi-húmedo tropical según la clasificación de vegetación de Holdridge o sea las formaciones de bosque semi-perennifolio estacional de Beard. (1). En la planicie costanera occidental de Guatemala, donde una vez abundaba la primavera, el clima es tropical con una época seca marcada, que se extiende de noviembre a mayo. La precipitación anual total fluctúa entre 40 y 100 pulgadas, la mayor parte de la cual cae de junio a octubre.

UTILIZACION

La mayor parte de la primavera ha sido exportada en forma de trozas para la fabricación de chapas de laminados y éste probablemente continuará siendo el uso principal mientras haya fuentes adecuadas disponibles. Sin embargo, la madera se usa localmente en ebanistería y decorado interior y los grados (material) más pobres se usan para hacer cajas. Las pruebas indican que esta madera es adecuada también para hacer moldes, maquinaria de aserraderos, tablaje de botes y para usos especiales a la intemperie, la cual tolera bien (3).

Para hacer chapas exteriores de laminado las trozas se dividen longitudinalmente en cuatro. Para obtener chapas lo suficientemente anchas para la ebanistería se requie-

ren trozas de por lo menos 24 pulgadas de diámetro y 8 pies de largo. Sin embargo, como es difícil obtener suficiente cantidad de trozas para chapas para satisfacer la demanda, ocasionalmente aceptan trozas hasta de 18 pulgadas de diámetro y 6 pies de largo. Las trozas rechazadas se asierran localmente para exportar o para uso local.

Cuando hubo un alto en la demanda debido a falta de embarques los precios subieron en un año de $150 a $350 ó más por millar de pies tablares. Aún a esos precios los embarques quedaron bajos. La razón primordial de esa alza en precio fué la escasez de madera en pie. La primavera, con su limitada distribución había sido severamente sobrecortada de manera que hoy día no hay material disponible para asegurar la continua fuente de aprovisionamiento necesaria para establecer producción programada en el mercado de ebanistería. Para poder conservar esta madera en el mercado es esencial que se haga un serio esfuerzo por establecer un adecuado aprovisionamiento de material en crecimiento.

El resumen de las cifras de producción en el pasado que aparecen en la Tabla Núm. 1 nos da una idea del posible mercado futuro para esta madera si puede mantenerse una producción continua y de suficientes proporciones para sostener el mercado. Si pudiese producirse en cantidad y a precios de competencia con la caoba y otras maderas de ebanistería el consumo sería grandemente aumentado.

TABLA 1.— Producción de primavera en México (6)

Año	Producción en millares de pies tablares
1937	1.060
1938	280
1939	520
1940	490
1941	4.100

Los valores que aparecen en la Tabla número 2, tomados de declaraciones de aduana se consideran como considerablemente menores que los precios pagados por las trozas en los países de origen. De 1945 a 1949 el precio de las trozas para enchapado era de $300 o más por millar dejados en el tren.

TABLA 2.— Importaciones de primavera a Estados Unidos (7).

Año	Volumen (millares de pies tablares)	Valor declarado
1939	1.127	110
1940	723	111
1941	1.472	133
1942	726	95
1943	—	—
1944	128	210
1945	848	185
1946	1.410	205
1947	1.061	270
1948	215	285
1949	125	215

La mayor parte de las trozas exportadas han venido del istmo de Tehuantepec por vía de los ríos que desembocan en el golfo de México y desde Guatemala por vía de Puerto Rico. Sin embargo, los aprovisionamientos en esas fuentes han sido grandemente agotados y desde la guerra los envíos se hacen de Honduras. La madera de Honduras está considerada generalmente como de textura más gruesa y de color más obscuro que la madera de Guatemala o México.

PLANTACIONES

La primavera no es un árbol difícil de instalar por plantación y ya han sido determinados métodos satisfactorios de establecimiento. El interés por el establecimiento de plantaciones de primavera es relativamente reciente. Informan que en las cercanías de Tapachula, en México, han usado este árbol como sombra de cacao pero no se sabe nada sobre la edad o el progreso de

esas plantaciones. En 1923 sembraron en Guatemala 150 árboles en los sitios donde se recogían los productos de las limpias en los cafetales cerca de Santa Lucía, a una elevación de aproximadamente 2.000 pies y además en plantaciones pequeñas establecidas en terrenos particulares. En Guatemala durante los últimos 20 años ha aumentado el interés entre los terratenientes más progresistas por plantar árboles de maderas valiosas y las plantaciones de primavera son hoy día bastante numerosas. Una plantación iniciada en 1937 tiene ahora más de 200.000 árboles (Véase la fig. 1) y la United Fruit Company tiene unas 500 acres plantadas de primavera en Guatemala y 1.500 acres en Honduras.

Prácticas de Vivero

En Honduras la fruta madura durante el mes de marzo y en Guatemala en abril o mayo. Algunas de las vainas de cada árbol maduran 2 ó 3 semanas antes de la cosecha total. Cuando las primeras vainas empiezan a madurar tornándose color pardo obscuro, todas las semillas están ya lo suficientemente maduras, de manera que deben recolectarse todas las vainas sin demora para evitar pérdidas. Una vez comienzan a madurar todas las demás vainas, las semillas aladas se dispersan en poco tiempo y la recolección es imposible. Las vainas verdes abren 2 ó 3 días después de recolectadas. Deben desparramarse en un sitio seco bajo la sombra y moverse frecuentemente para evitar el crecimiento de hongos que dañaría la semilla bajo condiciones de calor y humedad. Después que se haya separado la semilla de la vaina, debe desparramarse ésta a su vez para que seque despacio bajo sombra, durante 1 ó 2 semanas. La United Fruit Co. ha podido almacenar la semilla de primavera por espacio de 1 año bajando el contenido en humedad a 5 ó 7 por ciento y colocándola en envases de cristal de 10 galones, convenientemente sellados.

El programa de vivero debe planearse para producir plantones de aproximadamente 6 pies de altura o cerca de 1 pulgada de diámetro a nivel del suelo. La plantación debe efectuarse al comenzar la época de lluvias de manera que los plantones tengan varios meses para instalarse bien antes de que empiece la época de sequía. Por lo regular los semillones toman unos 6 meses para llegar a 6 pies de altura en el vivero, si el medio estacional del vivero es favorable. El suelo más satisfactorio para esta especie en el vivero ha resultado ser el liviano, fértil, bien drenado y arenoso-lómico.

La semilla se riega en semilleros altos a razón de aproximadamente 50 semillas por pie cuadrado y luego se cubren con 1/8 de pulgada de suelo liviano o de arena fina. Debe proveérseles una sombra de 3|4 usando sombráculos sobre los semilleros. La germinación tarda de 12 a 18 días. Después de 3 semanas o cuando los plantones tengan de ½ a 1 pulgada y tengan dos hojas además de los cotiledones, los plantones estarán listos para trasplantar a las eras de vivero usando un espaciamiento de 1 pulgada x 1. En esta etapa los plantones pueden soportar el trasplante sin que aparentemente haya retrasos en el desarrollo. No se requiere sombra en las eras de vivero. Sin embargo, los mejores resultados se obtienen si el trasplante se hace por la tarde de 3 a 7 P. M.

Por lo general tanto en el semillero como en las eras de vivero es necesario regar pero debe tenerse cuidado de no regarles agua en demasía. Es esencial que haya buen drenaje. El follaje es muy delicado en las primeras etapas de desarrollo de las plantas y por lo tanto al regar debe graduarse la boquilla de la manguera para que produzca una lluvia menuda.

Plantación

La primavera requiere un suelo liviano y bien drenado; se desarrolla satisfactoriamente en suelos livianos, arenoso-lómicos aluviales o volcánicos o en arcillas someras bien drenadas, con subsuelo calcáreo (Véase la fig. 2). En suelos pesados, mal drenados, las raíces se mueren, causando la marchi-

tez descendiente de la copa. Si las condiciones son muy adversas, se estancan y mueren.

La plantación debe efectuarse al comenzar la época lluviosa para darle tiempo suficiente a las plantas para que se adapten antes que empiece la época seca. Los arbolitos de primavera tienen gran capacidad de brotar de cepa (10) y al preparar el material de siembra el día antes del arranque se les corta hasta dejarlos a 4 o 6 pulgadas del nivel del suelo. El arranque puede hacerse con pala u horqueta y debe tenerse el cuidado razonable para estropear las raíces lo menos posible. El exceso de tierra se sacude o se lava de las raíces, embalando los plantones en grupos de 25 en arpillera húmeda para transportarlos al campo.

La mayoría de las plantaciones en la América Central se han efectuado limpiando líneas a través de matorrales secundarios. Estas líneas tienen por lo regular 3 pies de ancho y 25 a 30 pies entre una y otra. En las líneas los arbolitos se plantan a distancias de 3 a 15 pies.

La plantación en línea a través de maleza ha probado ser menos costosa y de más éxito que en terrenos completamente talados. Los gastos de limpia son mayores en tierras taladas porque las herbáceas y las trepadoras ahogan a los arbolitos. El matorral secundario hace las veces de tutor que puede ser regulado mediante cortas ocasionales de liberación, que se efectúan cuando sean necesarias.

El éxito en el establecimiento depende en gran parte del cuidado que se tenga durante el proceso de la plantación. Durante la plantación la supervisión debe acrecentarse pues es la mejor manera de lograr una supervivencia satisfactoria. Si se le han otorgado los cuidados necesarios puede esperarse una supervivencia hasta de 80 por ciento.

Cuidado de la Plantación

La primavera no tolera la sombra y requiere luz vertical completa para crecer satisfactoriamente. Si la plantación se efectúa en líneas de vegetación en bosques secundarios, los árboles deben liberarse de la competencia de la vegetación circundante, por lo menos una vez al año durante los primeros 5 años. La primavera se desrama naturalmente hasta cierto grado, cuando hay competencia lateral. Sin embargo, pasados los primeros cinco años puede que ocasionalmente se necesite podar para lograr una producción máxima de bolos limpios de buena calidad para madera multilaminar.

La primavera, si se planta mezclada con otros árboles como caoba y cedro los domina en los sitios que le son favorables, debido a su crecimiento muy rápido (5). Debe tomarse en cuenta este hecho, si se tiene en mente hacer plantaciones mixtas.

Los fuegos rasantes pueden ocurrir en la época seca en algunas de las áreas donde se adapta la primavera y por lo tanto donde fuere necesario deben proveerse las condiciones de protección contra fuegos. Ha sido informado que en la etapa en que los arbolitos tienen de 2 a 12 pulgadas de diámetro pueden recobrar de severos chamusqueos de fuego (10). Pero el fuego puede resultar en graves daños y por lo tanto durante períodos críticos debe proveérsele protección contra esta amenaza.

Enfermedades y Plagas

En sitios favorables la primavera está notablemente libre de enfermedades y plagas. En suelos pesados, malamente drenados es de esperarse que ocurra la podredumbre de la raíz y la marchitez descendiente. Durante parte del año las hojas se ven acribilladas de pequeños agujeros, ocasionados por un insecto no identificado. Sin embargo, este ataque aparentemente no ocasiona daños al árbol.

En la Finca Panamá en Guatemala, a una elevación de aproximadamente 2,500 pies se observó en 1949 una grave enfermedad marchitante, en una plantación de 2 años. (Véase la fig. 3). Ya habían 30 árboles afectados. Esta enfermedad se esparce desde el punto de infección en una de las ho-

jas completamente desarrolladas, cerca del renuevo terminal y progresando hasta el tallo y afectando todas las hojas y el cambium del tronco de manera que la corteza se desprende al contacto de la mano o los dedos. Todas las etapas de la enfermedad se han observado desde la etapa inicial cuando sólo un pequeño manchón se había tornado obscuro y marchito, hasta la etapa en que todas las hojas se han marchitado y el tronco está afectado casi hasta nivel del suelo. No había las facilidades para poder identificar el organismo patógeno, pero aparentemente era un hongo o un virus. Más tarde, según informes recientes del dueño casi todos los árboles recobraron. En ninguna otra plantación de primavera se ha informado sobre la aparición de esta enfermedad. Aparentemente esta plantación está cerca del límite altitudinal superior de esta especie y puede ser más susceptible a la enfermedad a esta altura que a menores elevaciones.

Defectos de las Trozas

El defecto más prevaleciente con que se topó al aserrar la madera fueron las desviaciones del duramen. Aún no se conocen los factores que originan la descentralización del duramen. Pero a juzgar por la experiencia previa con caoba este defecto es más corriente en árboles que crecen en laderas inclinadas. Quizás sea ésto lo que pasa con la primavera pero aún no hay datos que sustenten este hecho. En la primavera también se da el caso de manchas pardas en vetas y lunares, pero no se ha investigado su causa.

Una vez cortadas, las trozas son atacadas por escarabajos escolítidos que les ocasionan daños serios. Como medida importante de control se aconseja el traslado rápido después de la corta y tratamiento con insecticidas. La tradición local para mantener el daño en su mínimo es cortar en el tiempo correcto según la luna. Sin entrar de lleno en este tópico de controversia, puede decirse que la experimentación sistemática ha mostrado que el contenido en humedad en la albura viva varía según la estación en algunas especies forestales y en otras es más o menos constante a través del año. No parece haberse estudiado aún en árboles la variación según el ciclo lunar, excepto con resultados inconclusos (2). El contenido en humedad o el contenido en savia es aparentemente uno de los factores importantes que afecta la incidencia del ataque del escarabajo.

Rendimientos de las Plantaciones

No hay acumulados datos suficientes para poder predecir con exactitud lo que rendiría la primavera en plantaciones. Sin embargo, recopilando datos de diversas fuentes pueden hacerse algunas generalizaciones.

Se examinaron las hojas de apunte de rendimiento de las trozas obtenidas de 90 árboles cortados en la finca El Baúl en Guatemala, 32 años después de plantados. Estos árboles crecían en cafetales con espaciamiento mayor del que prevalecería en plantaciones forestales. Estos árboles produjeron 241 trozas para chapas, las cuales tenían de 18 a 31 pulgadas de diámetro y de 6 a 12 pies de largo, con un rendimiento de 37.378 pies tablares, usando la regla Doyle y 208 trozas inadecuadas para chapas, de 12 a 17 pulgadas de diámetro y de 6 a 12 pulgadas de largo, con rendimiento de 15.826 pies tablares de madera aserrada, de los cuales el 20 por ciento era de Primera y Segunda, el 47 por ciento No. 1 común y mejor y 35 por ciento No. 2 común y cortos (Según los grados establecidos por la National Hardwood Lumber Association). En 1945 las trozas (cogidas en el tren), buenas para chapas se vendieron a $190 por millar de pies tablares, la madera de primera y segunda a $170 por millar de pies tablares, la No. 1 común $130 por millar de pies tablares y la No. 2 común y cortos $70 por millar de pies tablares. Bajo estas condiciones el árbol promedio rinde 591 pies tablares en 32 años.

Kinloch (5) informa, según aparece en la Tabla número 3 el crecimiento anual promedio en diámetro y en altura, para diversas clases de árboles bajo condiciones de plantación. Los datos provienen de 735 árboles de 3 a 9 años de edad. El diámetro se midió a 1,5 metros sobre el nivel del suelo.

El volumen comerciable total (escala Doyle) del árbol promedio según las edades, determinado tomando como base esos datos aparecen en la Tabla número 4.

Los índices de crecimiento que aparecen en las Tablas 3 y 4 indican que se requieren de 30 a 35 años para la producción del tamaño mínimo de troza aceptable en el comercio de chapas para compensados (es decir 24 pulgadas de diámetro y 8 pies de largo). La plantación de 150 árboles establecida en 1923 en un cafetal en Guatemala con espaciamiento ancho y que mencionamos anteriormente ha informado haber producido en 1945 unos 100,000 pies tablares en trozas utilizables para chapas y en madera aserrada 32 años después de plantadas (5). Los datos disponibles no son suficientes para indicar el volumen total por acre que producirían las plantaciones de primavera bien provistas y coetáneas con un turno de 30 a 35 años. Sin embargo, puede asumirse que el número máximo de árboles por acre al final del turno no sería mayor de 90 en sitios favorables, si se desea obtener el crecimiento mencionado anteriormente. Asumiendo que del árbol promedio se obtienen 600 pies tablares a esa edad, la plantación daría 54.000 pies tablares por acre a los 35 años o sea a razón de 1.500 pies tablares anuales por acre.

Parece razonable asumir, a base de la información a mano que plantaciones de primavera bien provistas, en sitios favorables y bajo sabia ordenación producirían un aumento de por lo menos 1.000 pies tablares anuales por acre, con un volumen total de 35.000 pies tablares por acre, al cabo de 35 años. El turno de 35 años puede ser o no deseable, dependiendo de varios factores, tales como cuál fuere el volumen anual y el incremento en el valor según se acerca el año 35 y las condiciones del mercado.

Costo y Valor Probable de las Plantaciones

Para determinar la posible rentabilidad financiera de una plantación de primavera es de interés hacer una comparación entre el costo de establecimiento por acre y la posibilidad por acre.

TABLA 3.— Crecimiento en diámetro y en altura de la primavera.

Clase diamétrica	Clase según la copa	Diámetro medio	Incremento medio anual en diámetro	Altura Media	Incremento medio anual en altura
Cm.		*Cm.*	*Cm.*	*M.*	*M.*
0.4	Replantado	3,12	1,04	2,5	0,83
5-10	Replantado	8,16	1,63	4,9	0,98
11-16	Oprimido	14,67	1,63	6,9	0,76
18-26	Sub-dominado	21,91	2,43	8,3	0,92
27-37	Dominado	29,14	3,24	9,3	1,03

TABLA 4.— Volumen comerciable según la edad.

Años	Volumen
Edad	Pies tablares
20	206
25	418
30	706
35	1.094
40	1.442

El costo de establecimiento por acre de primavera al final del turno puede expresarse mediante la siguiente fórmula:

$$^{r}Gc = C(1{,}0p^{r}) + (Sc + E)\ (1.0p^{r} - 1)$$

Donde:

^{r}Gc = costo o gastos totales del rodal al cabo de ^{r} número de años.

"c" = costo de plantación el cual ha sido de 15 centavos por árbol o sean $18 por acre para 120 árboles.

"p" = es la razón del interés compuesto, que tiene aquí un valor de 4%.

"r" = rotación o sean 35 años.

"Sc" = valor de la tierra, calculado a base de $20 por acre, correspondiente a los valores más altos.

"E" = gastos anuales corrientes, calculado en $1 por acre. Durante los primeros 5 años estos gastos puede que sean mayores pero van disminuyendo de ahí en adelante.

Al substituir los valores en la fórmula se encuentra que el costo de establecimiento y demás es de $203,59 por acres para los árboles de primavera durante los 35 años del turno.

La posibilidad de ese mismo material puede expresarse mediante la siguiente fórmula:

$$^{r}Ge = \frac{Yr - c\ (1.0p^{r}) - (Sc + E)\ (1.0p^{r}) - 1}{1.0p^{r} - 1}$$

^{r}Ge equivale a la posibilidad al cabo de r número de años y Yr equivale al rendimiento al cabo de 35 años, el cual basado en los datos presentados sería 35.000 pies tablares de madera, de los cuales aproximadamente el 50 por ciento serían trozas para chapas y el 50 por ciento para madera aserrada.

De acuerdo con estos cálculos la posibilidad de la primavera al cabo de 35 años es de $1.712,96 por acre. La diferencia entre los gastos por acre y la posibilidad por acre a los 35 años de edad es de $1.509,37 lo cual representa las ganancias acumuladas por acre a los 35 años además del 4 por ciento de interés compuesto sobre el costo de la plantación, el valor de la tierra y los gastos anuales.

A base de este análisis de los datos hoy día disponibles es evidente que el cultivo de la primavera presenta una atractiva oportunidad de inversión. Todos los valores que se han usado en este análisis son considerados conservadores. Puede que pueda reducirse algo el costo de plantación. El valor de la tierra es probablemente alto para este tipo de tierra no apta para la agricultura y los gastos anuales son amplios y pueden reducirse como resultado de experiencias ulteriores. Los rendimientos se consideran conservadores a base de las condiciones prevalecientes en el mercado y es posible que los valores futuros sean mayores que los señalados.

Areas Aptas para el Cultivo de la Primavera

La limitada distribución geográfica de la primavera no es indicativa del área que presenta condiciones ecológicas adecuadas para el cultivo de este árbol. El litoral del Pacífico de América Central, desde El Salvador hasta Panamá tiene superficies extensas de suelo bien drenado, liviano, volcánico o aluvial, con precipitación anual que oscila entre 40 y 100 pulgadas y un período anual de sequía de 2 a 3 meses. En el litoral Caribbe las áreas son menos extensas. En las islas del Caribe la primavera indudablemente podía crecer con éxito en suelos calizos someros y bien drenados así como en suelos aluviales en las áreas que reciben de 40 a 100 pulgadas de precipitación anual a elevaciones desde el nivel del mar hasta aproximadamente 2.000 pies de elevación.

Aún quedan por evaluar varios factores según se va adquiriendo experiencia en el campo de dasonomía tropical americana. Todavía no se sabe que área basimétrica ni qué número de árboles por acre lograría el crecimiento más satisfactorio de plantaciones en los diferentes sitios y en las diversas edades, ni que volumen total por acre es de esperarse ni el turno más productivo. Aún queda por determinarse si el objetivo de la dasocracia debe ser la producción de plantaciones coetáneas de una especie o plantaciones mixtas de edades múltiples. Sin

embargo, todos los indicios son de que el establecimiento de plantaciones de primavera bien provistas constituye un método productivo de utilización de la tierra en la América tropical, así como un medio de estabilizar la producción necesaria para el futuro uso industrial.

BIBLIOGRAFIA

1. BEARD, J. S. 1946. The natural vegetation of Trinidad. Oxford Forestry Memoirs No. 20, Oxford Univ. Press.
2. BEESON, C. F. 1946. Forestry, horticulture and the moon. Forestry Abstracts. 8(12):191-197.
3. DICKINSON, F. E., R. W. HESS, AND F. F. WANGAARD. 1949. Properties and uses of tropical woods. Tropical Woods No. 95. Yale Univ. Press. p. 104-108.
4. HOLDRIDGE, L. R. 1946. Determination of world plant formations from simple climatic data. Science 105:2727. 367-368.
5. KINLOCH, J. B. 1946. Report on preliminary inspection of Anubis timber plantation. Unpublished report. Nov.
6. MARTINEZ, J. G. 1944. Desarrollo y utilización de los recursos forestales de México. Carib. Forester 5(3)134.
7. MCKELLAR, A. D. 1947. Immense tropical hardwood forests await development. Foreign Commerce Weekly. U. S. Dept. Commerce. Oct.
8. RECORD, S. J. AND R. W. HESS. 1943. Timbers of the New World. Yale University Press. p. 80.
9. SEIBERT, R. J. 1936. The Bignoniaceae of the Maya area. Miscellaneous Papers No. 522. Carnegie Institute of Washington.
10. STEVENSON, N. S. 1943. Report of the forest department for the year ended 31st Dec. 1943. Belize, British Honduras.
11. STIRLING M. W. 1947. On the trail of La Venta man. National Geographic. 91(2):137-172.

(Continuación de la página 58)

Plagas y enfermedades del Bosque de Chapultepec. Humberto Ortega Cattaneo, José Verduzco Gutiérrez, Alfonso Gutiérrez Palacio Ignacio Piña Luján. México, Secretaría de Agricultura y Ganadería. Dirección General Forestal y de Caza. 1951.

Estudio de las principales plagas y enfermedades de uno de los bosques seculares de México. En 1935 se presentó un ataque grave de descortezadores sobre el cedro blanco. La eliminación de los arboles dañados contuvo la plaga. Desde esa fecha no se ha efectuado ninguna otra protección sanitaria del bosque y ha sido nula toda clase de intervención técnica. Fué en ese período de abandono que se cristalizó la alarmante invasión actual de insectos. El folleto presenta una investigación y análisis de las enfermedades que agobian al bosque y el plan de combate que debe iniciarse de inmediato. Las especies forestales dominantes y por ende las más atacadas son el cedro blanco (*Cupressus*), pino y sicomoro (*Platanus*). **Mediante un** estudio preliminar se determinó que entre los insectos atacantes predominaban los descortezadores (familia Scolytidae) y un arácnido destructor de la hoja. La Sección de Sanidad Forestal ofrece en este folleto las medidas de combate que se están llevando a cabo experimentalmente para pròbar su efectividad.

Revistas

Pakistan Journal of Forestry. 1951.

En este año ha visto la luz esta nueva revista en el campo de las ciencias forestales. En el nuevo estado de Pakistán, país agrícola por excelencia, desempeñan los bosques papel importante. A pesar de los innumerables obstáculos, Pakistán ha logrado entre otras cosas la instalación de plantaciones forestales mediante el uso del riego en áreas áridas de baja precipitación. El primer número (enero) contiene un interesante artículo de S. A. Anvery en el cual discute los bosques y los problemas forestales de Pakistán. El Caribbean Forester saluda a esta naciente revista hermana y le desea triunfo en su misión orientadora.

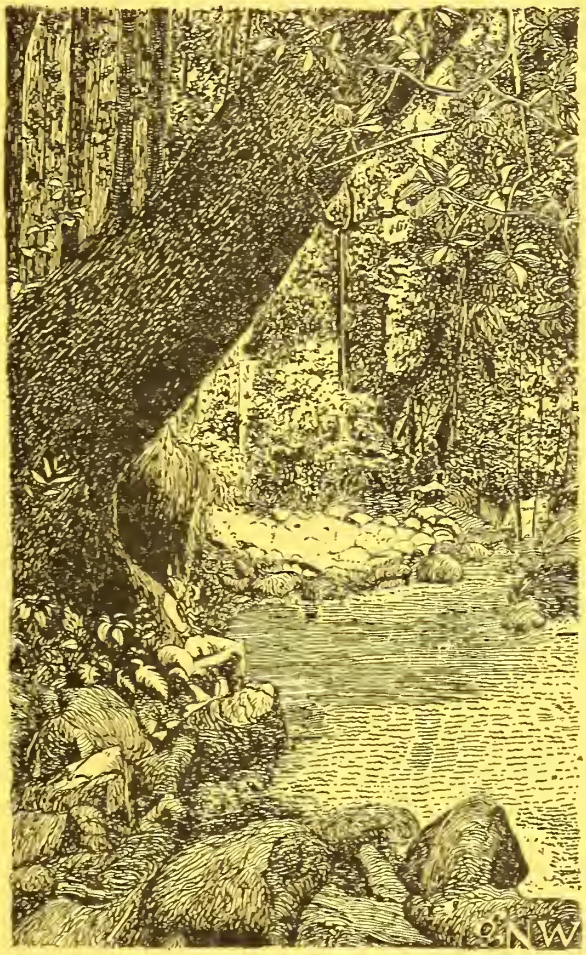
Revista Forestal Chilena. 1951.

Abre también sus páginas esta revista de América Latina para divulgar sus hallazgos en materia forestal. En el número 2, que es el que ha llegado a nuestras manos, editorializa la necesidad de crear una Asociación Forestal — Maderera en Chile. Esta agrupación uniría las personas o entidades del país que se dedican a actividades forestales, ofreciéndoles beneficios tales como reducción en tarifas de transporte y una institución de crédito que expida préstamos a largo plazo y bajo interés, que permitan la reforestación en gran escala y la compra de máquinas para la industria maderera. No sabemos si es ésta una revista nueva, pero en caso de serlo, reciba nuestros parabienes.

UNITED STATES
ATLANTIC
OCEAN
GULF OF
MEXICO
MEXICO
BAHAMA
ISLANDS
CUBA
JAMAICA
HAITI
DOMINICAN
REPUBLIC
PUERTO
RICO
GUADELOUPE
DOMINICA
MARTINIQUE
STA. LUCIA
TRINIDAD
BRITISH
HONDURAS
CARIBBEAN SEA
HONDURAS
GUATEMALA
SALVADOR
NICARAGUA
COSTA
RICA
PANAMA
PACIFIC
OCEAN
VENEZUELA
BR.
GUIANA
COLOMBIA

2 3 1952

The Caribbean Forester



RY
RECORD
1952

U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE
FOREST SERVICE
TROPICAL FOREST EXPERIMENT STATION
RIO PIEDRAS, PUERTO RICO

VOLUME 12, NUMBER 3 JULY, 1951

Caribbean Forester

El "Caribbean Forester", revista que el Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos comenzó a publicar trimestralmente en julio de 1938 es de distribución gratuita y está dedicada a encauzar la mejor ordenación de los recursos forestales de la región del Caribe. Su propósito es estrechar las relaciones que existen entre los científicos interesados en la Ciencia Forestal y ciencias afines encarándoles con los problemas confrontados, las políticas forestales vigentes y el trabajo que se viene haciendo para lograr ese objetivo técnico.

Se solicitan aportaciones de no más de 20 páginas mecanografiadas. Deben ser sometidas en el lenguaje vernáculo del autor, con el título o posición que éste ocupa. Es imprescindible incluir un resumen conciso del estudio efectuado. Los artículos deben ser dirigidos al "Director, Tropical Forest Experiment Station, Río Piedras, Puerto Rico".

Las opiniones expresadas por los autores de los artículos que aparecen en esta revista no coinciden necesariamente con las del Servicio Forestal. Se permite la reproducción de los artículos siempre que se indique su procedencia.

The "Caribbean Forester", published since July 1938 by the Forest Service, U. S. Department of Agriculture, is a free quarterly journal devoted to the encouragement of improved management of the forest resources of the Caribbean region by keeping students of forestry and allied sciences in touch with the specific problems faced, the policies in effect, and the work being done towards this end through out the region.

Contributions of not more than 20 typewritten pages in length are solicited. They should be submitted in the author's native tongue, and should include the author's title or position and a short summary. Papers should be sent to the Director, Tropical Forest Experiment Station, Río Piedras, Puerto Rico.

Opinions expressed in this journal are not necessarily those of the Forest Service. Any article published may be reproduced provided that reference is made to the original source.

Le "Caribbean Forester", qui a été publié depuis Julliet 1938 par le Service Forestier du Département de l'Agriculture des Etats-Unis, est une revue trimestrielle gratuite, dediée a encourager l'aménagement rationnel des forêts de la région caraibe. Son but est d'entretenir des relations scientifiques entre ceux qui s'interéssent aux Sciences Forestières, ses problèmes et ses méthodes les plus récentes, ainsi qu'aux travaux effectués pour réaliser cet objectif d'amélioration technique.

On accepte voluntiers des contributions ne dépassant pas 20 pages dactilographiées. Elles doivent être écrites dans la langue maternelle de l'auteur qui voudra bien préciser son titre ou sa position professionnelle et en les accompagnant d'un résumé de l'étude. Les articles doivent être addressés au Director, Tropical Forest Experiment Station, Río Piedras, Puerto Rico.

La revue laisse aux auteurs la responsibilité de leurs articles. La reproduction est permise si l'on précise l'origine.

"The printing of this publication has been approved by the Director of the Bureau of the Budget (August 17, 1950)".

VOL. 12, NO. 3 JULY 1951

The Caribbean Forester

Contents

Sumario

Forest management in the Luquillo Mountains, I_____ 93
Frank H. Wadsworth, Puerto Rico

Ordenación forestal en las Montañas de Luquillo, I_____ 115
(*Traducción del artículo anterior*)

Some siliceous timbers of British Guiana_____ 133
G. L. Amos, Australia

Forest Management in the Luquillo Mountains*

I. THE SETTING

FRANK H. WADSWORTH
Tropical Forest Experiment Station
Puerto Rico

This is the first of a series of papers presenting the results of a study of the Luquillo Mountains undertaken to determine an annual timber cutting budget for the Luquillo Division of the Caribbean National Forest as a prerequisite to orderly timber management. Since 1943, timber cutting from this area has increased greatly as a result of efforts to better the forest silviculturally, yet no satisfactory basis to secure sustained yield and stable forest employment through regulation of the cutting rate has been available.

Timber production is only one of several possible uses of the National Forest, an area which is but a part of a geographically homogeneous forest region: the central Luquillo Mountains. Until a comprehensive land use plan recognizing the value and role of each worthy use and assigning it a proper place in this region has been completed, even the location and extent of the areas which should be dedicated to timber production cannot be determined. Moreover, even on these lands dedicated to timber production the desirability of other, partially conflicting uses on the same areas may place restrictions on timber management policies. An attempt is made here to prepare such a plan for the region and to derive management policies for the timber production area in harmony with it.

The Luquillo Mountains, located in eastern Puerto Rico (See Fig. 2), are important to the entire island. They cover slightly more than 2 percent of the land area. They possess the most spectacular mountain scenery. They contain the largest managed forest area and bear about half the remaining standing sawtimber. Their rivers provide about 10 percent of the locally produced hydroelectric power. They yield water for the domestic needs of more than 50,000 people. A rural community of about 9,000 people lives within the area.

This report describes the setting: the location and general character of the Luquillo Mountains and their forest lands, the original resources, their past use, the remaining resources, and the character and needs of the dependent community. Then is considered the potential relative importance and the place of all desirable uses, which are then integrated into a multiple land-use plan. Policies and plan for timber production, the recommended principal use of most of the area, are developed in detail. Then an estimate of the foreseeable potential yield of the Luquillo Mountain area is made. Finally, the responsibilities of the government and of private landowners in carrying out this program are considered.

The literature concerning the Luquillo Mountains is small. Most reports dated prior to 1900 concern the mineral resources of specific areas. In 1899 Hill (31) described the Luquillo region, its forests, and their exploitation. Gifford (30) added further information of this nature in 1905. Murphy (42), in a general report on the forests of Puerto Rico in 1916, pointed out the importance of the Luquillo forests to the island. In 1922 Bruner (18) estimated, on the basis of limited cruises, the standing timber volume within the public forest. Kramer (34) in 1932 prepared the first statement of man-

* In part extracted from a dissertation submitted in partial fulfilment of the requirements of the degree of Doctor of Philosophy at the University of Michigan.

agement policy for the public forest. In 1933 Meyerhoff (40) described in detail the mineral resources of the area. During the same year Barbour (44) derived soil and stumpage values and two years later proposed numerous working circles for the organization of cutting. Hadley cruised the public forest in 1937. Upson prepared a transportation plan for the public forest in 1945 (53).

THE FOREST LANDS OF THE LUQUILLO MOUNTAINS AND THEIR NATURAL RESOURCES

Forest land, as here defined, is land which is most productive when covered by forest. In Puerto Rico this generally means land which is unsuited to permanent cultivation or forage production but which will produce tree crops. In the Luquillo Mountains the edge of forest land is defined partly by slope and partly by rainfall. The transition is not everywhere abrupt. Above 400 to 600 feet of elevation slopes commonly exceed 40 percent and rainfall is more than 90 inches annually. This is forest land. At lower elevation the foothills are generally suited to pasturing or cultivation. The area of forest land in the mountains is estimated at 48,550 acres (See Fig. 2).

Geology and Topography

The Luquillo Mountains are upper Cretaceous. Their successful resistance to erosive forces since that time is apparently a result of folding (39). The rocks of the Luquillo Mountains are not distinct from those of other upland areas of Puerto Rico. Igneous rocks, mostly andesitic forms, cover the entire area. A large quartz diorite intrusive is exposed in the south central part of the range. Tuffs and shales are present but less common.

The mountains consist of three ele-

FIG. 1.—*The upper Río Hicaco, flowing on a sandy bed through a nearly level valley. Its width here is about 20 feet. (El río Hicaco arriba, deslizándose sobre cauce arenoso, a través de un valle casi plano. Aquí tiene cerca de 7 metros de ancho).*

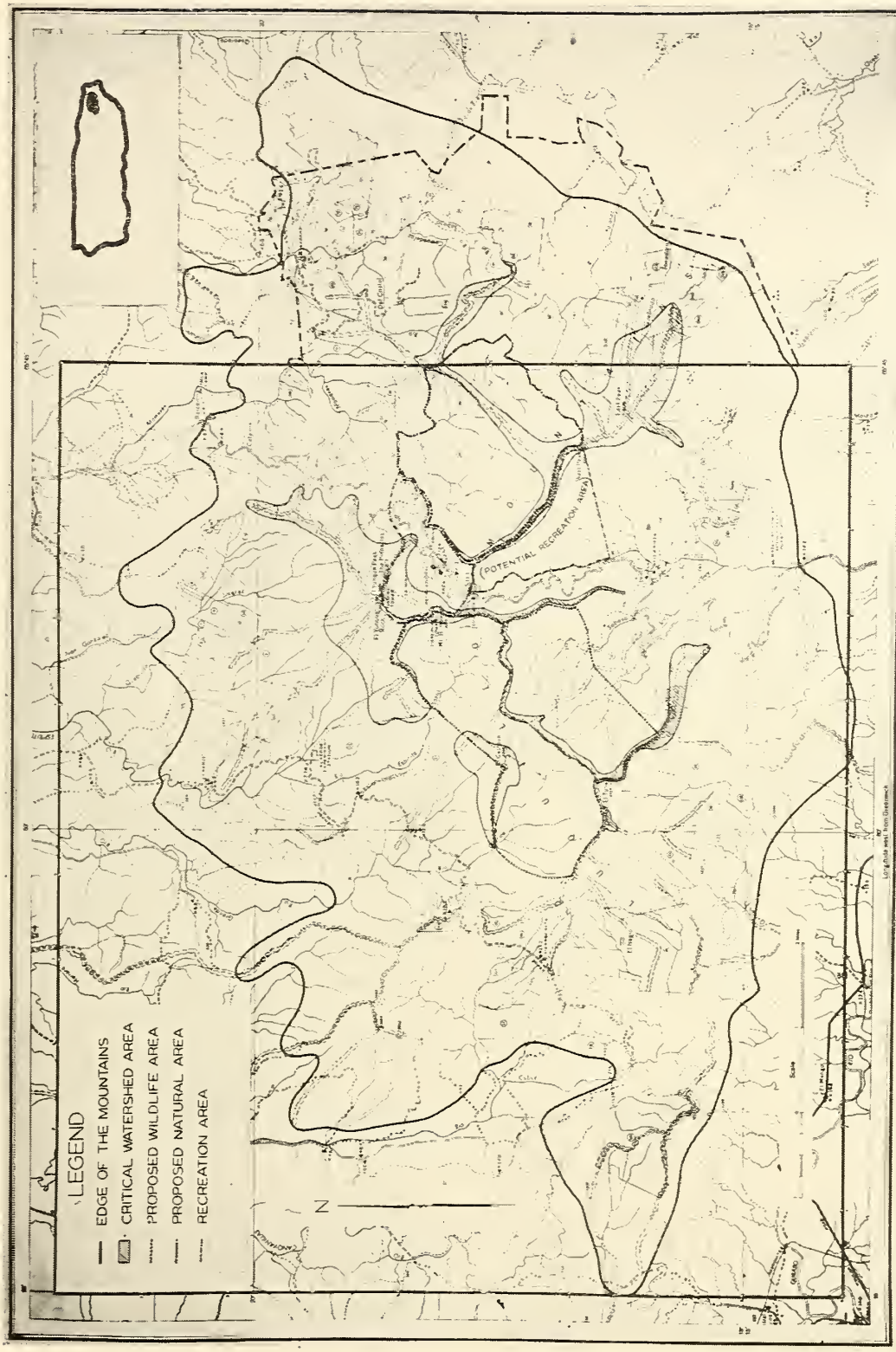


FIG. 2.-- THE LUQUILLO MOUNTAINS, PUERTO RICO

ments: a central east- west chain from El Toro to East Peak; peaks to the south, distributed irregularly but generally parallel to the central chain; and El Yunque, to the north of the chain (see Fig. 2). On the north, east, and south the mountains are separated form the sea by a strip of foothills and coastal plain less than 5 miles wide. They are completely isolated from other mountains to the southwest by a divide of only 330 feet elevation. One quarter of the forest lands lies between 400 and 1,000 feet elevation; nearly one half between 1,000 and 2,000 feet; another quarter between 2,000 and 3,000 feet; and about 3 percent above 3,000 feet.

The topography of the Luquillo Mountains is rough, with cliffs and other rock exposures common at high elevation. Six major river systems rise in the mountains. Waterfalls and cascades are numerous. On the north slope the rivers drop rapidly at high elevation and more gradually below. On the south slope the reverse is true, and they have wide basin-like upper valleys (see Fig. 1). The principal river flowing southward out of the mountains, the Río Hicaco in one part of its course drops more than 1,300 feet in a horizontal distance of 7,000 feet.

Climate

A complete summary of climatic records in the Luquillo Mountains was recently published in this journal (55). It is briefly recapitulated here. The most reliable and representative weather records for the central Luquillo Mountains are those from La Mina, located at about 2,350 feet above sea level. For the 9 years of record at this station the mean temperature is 70ºF. The extreme maximum is 90º and the extreme minimum 52º. The difference between winter and summer monthly means is 6º. The mean daily range is 12º. The temperature of the upper Luquillo Mountain area lies between tropical and subtropical, as defined by Champion and Trevor (21); the mean temperature is between 62º and 75º (subtropical), yet the mean January temperature is higher than 65º (tropical).

The annual precipitation at La Mina is 183 inches, with at least 10 inches in every month except March and April. Droughts are very rare. In the average year of record rain fell on 269 days, and there were more than 1,600 individual showers, averaging about 20 minutes in length and about 0.10 inch of rain. The heaviest recorded precipitation in one day is 12.34 inches, an intensity undoubtedly exceeded during hurricanes.

The La Mina station is not representative of all of the Luquillo Mountains. Both temperature and rainfall vary with elevation and topography. At the base of the mountains the mean temperature is about 78º and precipitation ranges from 65 to 80 inches annually. As a result of prevailing easterly winds the west side of the mountains receives slightly less rainfall than the east.

Clouds, fog, and rain, all indicators of high atmospheric humidity, are frequent in the Luquillo Mountains, even during the driest part of the year. Nocturnal lowering of the cloud base often envelops the upper slopes in fog from before sunset to after sunrise. Above 2,000 feet the relative humidity is usually between 90 and 100 percent on cloudy days and during the night. On clear days extremes as low as 55 percent are occasional, as low as those of the coast (55).

Severe hurricanes are experienced at an average frequency of one about every 10 years of recorded history (27). Data as to the effects of hurricanes on the forest are meager. Bates (5) reports that more trees are broken off than are uprooted. He found that some trees, in losing their leaves early, before the winds become strong, escape serious damage. The forests are at least partially defoliated, after which the branches are sun-scalded. Dense forest is apparently less damaged than open forest.

The climate of the Luquillo Mountains is distinct from that of coastal areas and other mountains in the island. A comparison of La Mina with Fajardo, 9 miles to the east on the seacoast, and with Guineo, 50 miles

west, at 3,000 feet elevation in the Cordillera Central, brought out the following relationships (55).

1. The temperature of the Luquillo Mountains, day and night and winter and summer, is 8 to 12 degrees cooler than on the seacoast. The mean temperature changes one degree, Fahrenheit, in approximately 260 feet of altitude.
2. The temperature of the Luquillo Mountains is approximately equal to that of the central mountains at the same elevation.
3. The precipitation is nearly three times that on the adjacent coast and nearly double that at equal elevation in the central mountains.

Natural Resources

The location of the Luquillo Mountains on a small isolated island makes especially important their resources, since what is not produced locally must be imported from a long distance and paid for by exports. The Luquillo Mountains are as close to the main center of population at San Juan as are the other mountain areas, the Sierra de Cayey and the Cordillera Central.

The topography of the forest lands of the Luquillo Mountains provides at least three hydroelectric power dam sites, with reservoir capacity of 11,445 acre-feet and a potential annual production of about 100,000,000 kilowatt-hours of electricity (13,14). The Río Blanco hydroelectric plant, the only plant in operation at present, draws from the Río Prieto, the Río Hicaco, the Río Cubuy, and the Río Sabana, and has an annual capacity of 18,000,000 kilowatt-hours of electricity (14).

The mountain scenery at high elevation is as spectacular at that of any other area in the interior of the island and attracts heavy recreation use. A recreation area developed at La Mina is used by nearly 100,000 recreationists each year.

The inaccessibility of the interior of the Luquillo Mountains, has been an important factor in the preservation of their resources. The damage caused by unwise cultivation of steep slopes elsewhere in the island was limited by inaccessibility to the outer edge of this area. A large area remained in public ownership until reserved by law, in recognition of the fact that public control of the exploitation of Luquillo resources was desirable.

The climate of the Luquillo Mountains is one of the greatest resources of this area. The temperature in comparatively cool the year around, providing a pleasant change during the summer months for the people of the coastal plain. The heavy and well distributed precipitation makes available more water for hydroelectric power and domestic use than in any other area of equal size. Wind on the ridges and peaks appears, on the basis of a few tests, to be adequate to drive turbines for the generation of electric power. The warm, moist climate of the protected lower slopes produces luxuriant rain forest.

The climate also has its limitations. Precipitation is so great that the soil is highly leached and generally low in agricultural productivity. This heavy precipitation also causes rapid erosion if the soil is exposed by cultivation, and limits permanent agriculture to a few forest crops. The frequent rainfall makes unpleasant prolonged residence in the upper mountain area, a condition less pronounced in other high areas in the island. Heavy precipitation, cool temperature, occasional low humidity, and high winds provide an adverse environment for plant growth at high elevation. There only a scrubby, slow-growing, open forest develops.

Soil

The soils of the Luquillo Mountains are not very different from those elsewhere in the uplands of the island. Rainfall exceeds evaporation, and leaching is probably almost continuous. Laterization is probably the dominant process forming parent material,

whereas the soils themselves are mostly formed by podzolization.

Twelve soil types have been found in the Luquillo Mountains. They are los guineos clay; rough stony land; catalina stony clay; picacho stony clay loam; catalina clay; sabana silty clay loam; múcara silty clay loam, steep phase; pandura sandy clay loam; sabana silt loam; catalina clay, steep phase; lares silty clay loam; and via silty clay, broken phase (47). The first three are the most important since they cover about 60 percent of the area and nearly all of the interior of the range. Their brief description here is extracted from the Soil Survey (47).

1. Los guineos clay. Characterized by a 6- to 8-inch grayish-brown slightly granular, medium plastic, strongly acid clay surface soil and a 3- to 6-inch brownish yellow clay subsurface soil that abruptly changes to red plastic but permeable strongly acid clay. This layer gradually gives way, at a depth ranging from 3 to 4 feet, to lighter red more friable acid clay. Some rocks are on the surface of this soil and throughout the soil layers, and are so numerous that it is practically impossible to cultivate the land. Within areas of this soil are many small narrow strips adjacent to and at the heads of drainageways, that have a gray plastic sticky acid clay surface soil underlain at a depth ranging from 8 to 14 inches by mottled gray and rusty-brown plastic acid clay that has imperfect internal drainage. Surface drainage also is inadequate for most cultivated crops. crops.

2. **Rough stony lands.**—Rough stony land includes areas too rough and broken or too stony for the cultivation of crops. In many places it consists of the high jagged wind-swept moss-covered mountain peaks at elevations above 3,000 feet. The soil material includes many variations in texture, color, consistency and structure. In most areas it consists of a thin layer of dark grayish-brown plastic acid clay containing an abundance of leaf litter, moss, roots, and sharp angular rock fragments. This layer rests on hard rocks. At the heads of drainageways or near springs and water-courses, the soil is deep-gray plastic acid waterlogged clay, with many rusty-iron stains at a depth ranging from 16 to 20 inches. In some spots, the soil is red, permeable, and deep. A large area of soil derived from granite, occurring in the vicinity of Pico Este, is included with this land type. This area has a light-colored gritty loam, sandy clay loam, or sandy clay surface soil 3 or 4 inches thick, underlain by a thin light-gray or ash-gray bleached strongly acid silty layer, which, in turn, is underlain by a thin iron crust or a rusty-brown or reddish-brown friable layer high in iron. This material gradually changes to loose gritty friable sandy loam and partly disintegrated quartz diorite rock.

3. **Catalina stony clay.** — Normally, the surface soil of catalina clay is light reddish-brown friable softly granular clay. On the steeper, more eroded slopes the surface soil does not average more than 4 inches in thickness. On the more rolling less eroded areas, the surface soil is generally about 8 inches thick. The upper part of the subsoil, ranging from a depth of 8 to a depth of 24 inches, is brownish-red or red heavy but friable slightly granular clay. Both the surface soil and the subsoil are penetrated readily by plant roots and percolating water. The lower part of the subsoil, beginning at a depth of about 24 inches, is dark-red clay that is more friable than the material in the layers above. The uniform red clay continues to a depth ranging from 10 to 30 feet before the parent rock is reached. This soil is acid at the surface and becomes much more acid with depth. The surface soil con-

tains over 65 percent of clay; the subsoil, about 80 percent; and the lower substratum, about 70 percent. Areas of catalina clay that have an excessive number of rocks on the surface are classified as catalina stony clay. Most areas of this soil are too stony for the profitable use of large farm implements.

The quality of the soil of the Luquillo Mountains for plant growth is generally poor. Above 1,800 feet the soils will probably never be of agricultural significance because of excessive wetness. Highly leached, acid, podzolic soils such as these are poor in nutrients. Even the forest native to these upper soils is poorly developed.

The soils of part of the Luquillo Mountains have been utilized and abused. The acreage dedicated to agriculture increased until early in the present century and has since declined. Cultivation around the base of the mountains began early in the 16th century (23, 38), but most of the concessions of land on the outer slopes were made during the 19th century. At one time about 25,000 acres, or more than half of the forest lands of the mountains were cultivated. The cultivated area has decreased since the hurricane of 1899, which inflicted heavy crop losses and marked the beginning of the decline of the coffee plantations. Public acquisition and reservation of about 13,000 acres of land, most of which had previously been cultivated, has taken place since that time.

Farming has not been entirely excluded from the public lands in the mountains. Many individuals who had been farming within this area previous to the first survey of the boundary of the public lands, completed in 1918, were allowed to continue under permit. Likewise, families living on lands subsequently purchased by the government were not always evicted. The area under farm permits rose from 155 acres in 1919 to 1,360 acres in 1940 as a result of a policy to deliberately increase the acreage under farm use by permitting temporary food-crop cultivation between rows of recently planted forest trees, the crops to be raised only until the trees dominated. In 1943, this type of combined use discontinued, and only about 400 acres of public land, suited to permanent cultivation, are now farmed. The chief crops are beans, corn, sweet potatoes, rice, dasheen, bananas, taniers, coffee, and pigeon peas. About one farm in four has horses or cattle.

The chief measure applied to conserve the soil of the Luquillo Mountains has been the reservation of the steepest lands by the public for forest purposes. Within the reserved area existing native vegetative cover has been protected and the cultivation of open areas under permit complies with conservation needs.

The present agricultural soil resources of the forest region of the Luquillo Mountains include about 1,500 acres of scattered small areas which can withstand continuous cultivation or pasturing if soil conservation practices are used. Most of this area is severely eroded.

Water

The estimated anual yield of the major rivers of the Luquillo Mountains is 280,000 acre-feet. Water losses from evaporation and transpiration are estimated at not more than 15 percent of the rainfall, based upon studies made in the upper Hicaco Valley (56). Full utilization of all of this water is impossible because of wide fluctuations in the flow. In the Hicaco Valley about 65 percent of the stream discharge is in peak flows (56). For the mountains as a whole the figure may be nearer 50 percent. Three years of stage-recordings on Río Hicaco show that peak flows on occasion reach 400 times the normal and may increase 2,500 percent within 2 or 3 hours. The utilization of all of this water would require larger storage facilities than are practical to construct at the present time.

Water from the Luquillo Mountains provides the domestic supply for the towns of Naguabo, Ceiba, Fajardo, Luquillo, Río Grande, Canóvanas, and Juncos, with an aggregate population of about 25,000 and at least an equal rural population. The San Juan

municipal area, of more than 400,000 persons (45) will soon draw water for domestic use from Río Grande de Loíza, part of which rises in the Luquillo Mountains. The rural population of the mountain area, estimated 9,000 persons, also relies on local sources for domestic water. The total demand for domestic use is estimated at 1,565,000,000 gallons annually, or 4,800 acre-feet.

Conservation of water is largely a matter of restraining its flow to the sea before it can be used. The preservation of forest vegetation in the upper Luquillo Mountains has had this effect in maintaining a high water-intake capacity in the soil. Water which enters the soil reservoir reappears in a highly usable form in clear, constant springs. Storage reservoirs have been constructed as a part of all of the municipal water systems in the area. An additional storage capacity of 11,445 acre-feet is planned in reservoirs for hydroelectric power production.

Plant Life

Four forest sites, or areas of distinct productivity, are found in the Luquillo Mountains.

1. Foothills and slopes below 2,000 feet elevation with deep soils. Annual precipitation 70 to 100 inches. Mean temperature above 73ºF. Soils moderately to well drained. Area: 34,000 acres, or 70 percent of the mountain area.

2. Valleys and gradual slopes above 2,000 feet elevation. Annual precipitation 100 180 inches. Mean temperature below 75ºF. Soils deep and poorly drained. Most common on the west side of mountains. Area: 8,400 acres, or 17 percent of the mountain area.

3. Steep slopes and arroyos above 1,500 feet elevation with unstable, usually shallow soils. Annual precipitation 90 inches or more. Most common on east side of mountains. Area: 5,100 acres, or 11 percent of the mountain area.

4. Isolated peaks and high ridges above 2,500 feet elevation subject to extreme exposure. Related more to topography than to elevation or soils. Annual precipitation 150 inches or more. Winds of 60 miles per hour frequent. Area: 1,000 acres, or 2 percent of the mountain area.

Certain transitions in the vegetation of the Luquillo Mountains appear most directly related to elevation, since they transcend differences due to local site variation, although elevation itself appears to be of minor importance in site differentiation. As elevation increases from 400 to 3,500 feet above sea level, canopy height diminishes, increment decreases, taper increases, and the proportion of branches and branchwood increases.

The climax forest is distinct on each of these four sites. Small relicts of primary vegetation which still exist indicate the nature of the forest types which covered them. An attempt is made here to describe in detail the character of the original forest because the climax vegetation expresses the more important soil and climatic conditions and thus serves as a guide for the appraisal of different land uses, the potential forest productivity, and methods of forest management.

Forests of the Deep Soils of the Foothills and Lower Slopes

The forest of the foothills and lower slopes, described in detail by Beard (7) as "lower montane rain forest," and classified by Holdridge (32) as "tropical wet forest" is found elsewhere in St. Kitts, Montserrat, Guadeloupe, Dominica, Martinique, St. Lucia, St. Vincent, and Grenada (6, 9, 11, 20). It is hereinafter referred to as the "tabonuco type" because of the dominance of the tree locally termed tabonuco (*Dacryodes excelsa* Vahl). It is a magnificent forest (see Fig. 3). It varies considerably, and is best developed on low, protected, well drained ridges. Here, possibly because of the better

FIG. 3.—*Virgin tabonuco type forest in the Espíritu Santo Valley. The density and complexity of this forest is seen in the understory layer and the large emergent tree of tabonuco. (Bosque virgen del tipo tabonuco en el Valle del Espíritu Santo. Obsérvese la densidad y complejidad de este bosque en el sotobosque y el árbol de tabonuco emergente y grande).*

drainage and attendant greater nutrient supply, stands become denser, and young growth tolerates more shade than in adjacent arroyos.

This forest contains three layers and typically is very dense, permitting little direct sunlight to reach the soil. The highest stratum is discontinuous, composed of isolated trees or groups or trees which tower above the general canopy level to heights of 100 or possibly 120 feet. The second layer forms a continuous canopy at a height of 60 to 70 feet. The third stratum is at 10 to 30 feet. Shrubs and herbs are unimportant. Many of the larger trees develop buttress roots. Diameters range to 6 feet. In a 10-acre sample of virgin forest there were 262 trees per acre of more than 4 inches d.b.h. and 63 trees of more than 12 inches. The average timber volume is about 4,000 cubic feet per acre in trees of 2 inches or more in diameter. The best stands of the Mameyes valley on the north side were estimated in 1918 to contain 5,000 to 8,000 board feet of sawtimber per acre (17). Individual acres within this area bore from 20,000 to 35,000 board feet per acre. A cruise of 380 acres of climax forest on the northeastern side tallied 6,200 board feet of sawtimber per acre. Only 10 emergent tree species and 3 second-layer species are deciduous. The typical leaf size is mesophyll according to Raunkiaer's scheme (46). The trunks are commonly clear of branches to more than half the total height of the tree. Bark is generally thin and smooth. Thick woody vines, epiphytes, and arborescent ferns are common. The soil is covered with a layer of recently fallen leaves, but there is no large accumulation of undecomposed organic matter.

The composition of this forest is very complex. Each tree stratum is composed of distinct species. One-hundred and sixty-eight arborescent species have been collected in this type in the Luquillo Mountains. The average number of tree species per acre in a 10-acre sample virgin stand, was 33; for the 10 acres, it was 73. The representation of trees by species and diameters in 10 acres of dense forest appears in Table 1.

The most prominent species in this type, as indicated by density, frequency, and dominance (Cottam) are *Dacryodes excelsa* Vahl., *Didimopanax morototoni* (Aubl.) Dcne., and *Sloanea berteriana* Choisy. Two species *Dacryodes excelsa,* and *Sloanea berteriana* are much more important in this type than any other and are therefore indicator species.

Forest of the Upper Valleys and Gradual Slopes

The forest of this site, described as "mon-

Table 1.—**Representation of species and tree sizes in 10 acres of virgin tabonuco type forest**

SPECIES	Number of trees by dbh in inches				
	4-6	8-10	12-18	20+	Total
Dacryodes excelsa Vahl.	116	53	76	63	308
Euterpe globosa Gaertn.	991	25			1,016
Cecropia peltata L.	214	80	37	6	337
Micropholis garciniifolia Pierre	74	60	43	4	181
Sloanea berteriana Choisy	87	16	21	8	132
Cyrilla racemiflora L.	4	9	11	16	40
Magnolia splendens Urban	6	5	7	15	33
Inga laurina (Sw.) Willd.	39	20	11	2	72
Inga vera Willd.	23	18	12	2	55
Didymopanax morototoni (Aubl.) Dcne.	33	24	10	1	68
Calycogonium squamulosum Cogn.	62	26	8		96
Croton poecilanthus Urban	83	14	4		101
Alchornea latifolia Sw.	31	10	5	3	49
Alchorneopsis portoricensis Urban	22	9	11		42
Micropholis chrysophylloides Pierre	12	8	4	1	25
Ocotea spathulata Mez	14	8	6		28
Manilkara nitida (Sesse & Moc.) Dubard	35	5	1	1	42
Guarea trichiliodes L.	20	7	2	1	30
Eugenia stahlii (Liaersk) Krug & Urban	11	12	4		27
Matayba domingensis (DC.) Radlk.	26	8	2		36
Sapium laurocerasus Desf.	26	10	1		37
Homalium racemosum Jacq.	5	1		2	8
Ormosia krugii Urban	6		2	1	9
Meliosma herberti Rolfe	7	6	2		15
Buchenavia capitata (Vahl.) Eichl.	2	2	1	1	6
Hufelandia pendula (Sw.) Nees	2	1	1	1	5
Linociera domingensis (Lam.) Knobl.	9	6	1		16
Andira jamaicensis (W. Wright) Urban	9	2	1		12
Tabebuia pallida Miers	17	1			18
Cordia borinquensis Urban	19				19
Citharexylum fruticosum L.	9	2			11
Tetragastris balsamifera (Sw.) Kuntze	6	3			9
Drypetes glauca Vahl.	9	1			10
Ocotea moschata (Pavon.) Mez.	4				4
31 other species	193	35	12	3	243
TOTALS	2,226	487	296	131	3,140

tane thicket" by Beard (8) and classified as subtropical rain forest" by Holdridge (31), is hereinafter referred to as the "colorado type" because of its most prominent species, palo colorado (*Cyrilla racemiflora* L.). This forest formation is found in Jamaica, Hispaniola, Cuba, St. Kitts, Nevis, Montserrat, Guadeloupe, Dominica, Martinique, St. Lucia, St. Vincent, and Grenada (6, 9, 11, 20, 49, 51). This forest, judging by relicts of virgin stands, is in all respects inferior to the tabonuco type (see Fig. 4).

Colorado type forest contains two tree strata, and these are not sharply defined. The canopy layer, which is fairly uniform above, is never higher than 50 feet. The second layer is from 6 to 20 feet high. Stands are relatively open except in protected ravines. Tree diameters range normally up to 30 inches, with one species to 100 inches. All trees are evergreen, and leaves are microphyllous and typically thick and coriaceous. The number of trees of 4 inches d.b.h. or more, based upon 40 quarter-acre plots, is 236 per acre; of 12 inches or more, 73. The average volume of virgin stands is probably about 8,000 cubic feet per acre in trees of 2 inches or more in diameter. For 16,000 acres of colorado type forest, most of which was climax, a cruise in 1937 showed an average stocking of 1,000 board feet of sawtimber per acre. Buttress roots and vines are less common than in the tabonuco type. Trunks are typically short and crooked, and many old trees lean downhill. Crowns begin low and consist of heavy branches. Dead limbs are common. The soil is generally covered by leaves and in some places by a thick, organic surface layer. Sphagnum moss grows in wet locations. Massive networks of tree roots cover the soil on most of the slopes. Numerous grasses, sedges, and a small bamboo are found beneath openings.

FIG. 4.—*Virgin forest of the colorado type in the Hicaco Valley. The most prominent tree in the canopy here is palo colorado. (Bosque virgen del tipo colorado en el valle Hicaco. El árbol más prominente en el dosel forestal es el palo colorado).*

Colorado type forest contains far less species than the tabonuco type, indicating a more adverse environment. Fifty-three arborescent species have been found in this type. Of the 27 most common species, 13 are typically of the upper story and 14 of the lower. The average number of species per acre, is 23; in 10 acres, 51. The representation of tree species and diameters in 10 acres of dense forest of this type appears in Table 2.

The most prominent species in this type, as indicated by density, frequency, and dominance (Cottam) are *Cyrilla racemiflora L., Micropholis garcinifolia* Pierre, and *Calycogonium squamulosum* Cogn. Four species, *Cyrilla racemiflora, Ocotea spathulata, Micropholis garcinifolia,* and *M. chrysophylloides* Pierre are much abundant in this type than in any other and can be considered as indicator species. A number of tree species of the tabonuco type are found growing in favored places where micro-environment apparently is similar to that of the tabonuco type.

The explanation of the poverty of this forest, amidst abundant rainfall and favorable temperature, is not obvious, yet the condition has been reported from elevations in many tropical areas, in Brazil (37), Jamaica (51), the East Indies (50), the Philippines (15) and Mauritus (54). The wet soil is undoubtedly of mayor significance. This fac-

Table 2.—**Representation of species and tree sizes in 10 acres of virgin colorado type forest**

SPECIES	Number of trees by dbh in inches				
	4-6	8-10	12-18	20+	Total
Cyrilla racemiflora L.	29	22	43	82	176
Micropholis garcinifolia Pierre	228	120	111	15	474
Calycogonium squamulosum Cogn.	239	122	81	3	445
Euterpe globosa Gaertn.	873	12			885
Micropholis chrysophylloides Pierre	165	79	51	4	299
Cecropia peltata L.	47	12	9		68
Magnolia splendens Urban	22	7	6	11	46
Croton poecilanthus Urban	210	36	3		249
Ocotea spathulata Mez	62	33	17	1	113
Tabebuia rigida Urban	27	10	13		50
Dacryodes excelsa Vahl.	7	7	10	2	26
Ilex nitida (Vahl) Maxim.	29	6	10	1	46
Inga laurina (Sw.) Willd	18	2	8		28
Sapium laurocerasus Desf.	13	7	4	1	25
Sloanea berteriana Choisy	14	5	3		22
Matayba domingensis (DC.) Radlk.	22	5	2		29
Eugenia stahlii (Liaersk) Krug & Urban	7	10	2		19
Homalium racemosum Jacq.	4		5		9
Linociera domingensis (Lam.) Knobl.	11	4	3		18
Didymopanax morototoni (Aubl.) Dcne.	9	7	2		18
Cordia borinquensis Urban	39	1			40
Ocotea moschata (Pavon.) Mez.	2	1	1	1	5
Alchornea latifolia Sw.	19	4			23
Hirtella rugosa Pers.	14		1		15
Ditta myricoides Griseb.	17	2			19
Ficus laevigata Vahl	5	3	1		9
Ficus sintenisii Warb	7	1			8
30 other species	159	30	22	1	212
TOTALS	2,298	548	408	122	3,376

tor is discussed in more detail in a recent paper in this journal (57). McLean (37) attributes the xeromorphy of a similar forest above 1,500 feet near Río de Janeiro to the excessively large theoretical diffusion capacity of the leaves as compared to the habitual transpiration rate, and the limited xylem in the petioles, which is inadequate to carry water for more than a small fraction of the total possible evaporation from the stomata, the latter suggesting a restricted water supply from the roots. Shreve (51) concluded that growth in similar Jamaican forest might be in part due to low rates of transpiration (much lower than for desert plants per unit of leaf area), adverse conditions for photosynthesis (cloudiness and fog), and cool temperature. He considered growth conditions here as adverse as in many extremely arid regions.

Forest of Steep Slopes and Arroyos above 1,500 Feet Elevation

The forest of steep slopes and arroyos above 1,500 feet elevation is of a type designated "palm brake" by Beard (7) because of the abundance of sierra palm (*Euterpe globosa* Gaertn.) within it (see Fig. 5). It is referred to hereinafter as the "palm type". Its maximum height is about 50 feet. Only one clearly defined tree layer is present. Diameters of all trees are generally small and for palms range between 6 and 8 inches. Vines and epiphytes are few. The herbaceous layer is generally sparse. The soil, usually, rocky, is either exposed or covered with mosses. Tabulation of an average stand, based upon 37 quarter - acre plots in forest which is probably climax, is presented in Table 3. The large number of 6-inch trees, nearly all of which are palms, is shown in this table.

Table 3.—**Stand trees per acre in virgin palm forest**

Diameter at breast height in inches	Number of trees per acre
4-6	341.3
8-10	46.7
12-18	29.5
20+	6.8
Total	424.3

The palm type is composed of a mixture of the tree species of the tabonuco and colorado types. Study of 10 acres of virgin forest in each of the three types showed only seven species, *Euterpe globosa* Gaertn., *Cecropia peltata* L., *Cordia borinquensis* Urban, *Croton poecilanthus* Urban, *Alchornea latifolia* Sw. and *Matayba domingensis* (DC) Radlk., to be more common in the palm type than in the others. The average number of species per acre is 31 and for 10 acres is 63 species. A shrubby species of *Psychotria* is abundant, and *Begonia* is prominent among the herbs.

Observations in the Luquillo Mountains tend to bear out the conclusions of Beard (10) that the occurrence of the palm type is more closely related to rate of erosion than other factors. On steep slopes and river banks where soil movement is rapid and landslides are frequent, and where the surface is rocky, palms are almost invariably an important component of the forest. Palms do not grow rapidly but appear to dominate an early sere following landslides. Their dense shade appears to delay the invasion of other tree species. On old stabilized slides, however, there is evidence of the gradual disappearance of the palms. Few young palms are seen and old palms are unhealthy in appearance.

Forest of the Peaks and High Ridges

The forest of the peaks and high ridges, designated "elfin woodland" by Schimper (48), is here referred to as the "dwarf type". It is found in all mountainous West Indian islands. The outstanding structural characteristic of the dwarf type is its short stature

FIG. 5.—*Typical palm type forest in the upper La Mina Valley. This forest is purest along river courses, such as this one, or on very steep slopes. (Bosque típico del tipo palmar en el valle La Mina. Este bosque es más puro a lo largo de los cursos de agua (como en este caso) y en laderas muy inclinadas).*

(see Fig. 6). On the most exposed peaks it may be shrubby, and only 2 feet tall. Where it joins the lower types it is about 20 feet tall. The trees are very stocky and branchy, with trunks seldom straight for more than 6 feet, and they have flat crowns. The upper surface of the canopy is very uniform in height and commonly the uppermost twigs are dead. The trunks lean, and the branches often trail away from the wind. The trees are all evergreen, and the leaves are generally microphyllous and thick, being largely confined to the tips of the branches. Some species common to other forest types have smaller leaves here than elsewhere. One tree story is present. The largest trees are about 12 inches in diameter, and the average is from 2 to 4 inches. One vine, *Marcgravia* sp., and numerous species of epiphytes are common. Mosses are very prominent and may cover trunks, branches, twigs, and even the leaves. Roots are generally a superficial mass, and aerial roots are not uncommon. The forest normally has little undergrowth, but grasses and sedges are found in openings.

In composition the dwarf type may be considered a subdivision of the colorado type. No tree species are confined to this type. Less species compose it than the others, a manifestation of the adversity of the exposed environment. The most prominent species of the dwarf type are *Ocotea spathulata* Mez., *Eugenia borinquensis* Britton, *Tabebuia rigida* Urban, *Micropholis garcinifolia* Pierre, *Calycogonium squamulosum* Cogn., *Clusia krugiana* Urban, and *Euterpe globosa* Gaertn. *Hemitelia* is a common arborescent fern, and *Psychotria* a common shrub. Surprisingly, *Cyrilla racemiflora* L., generally so common below this type, is generally absent.

FIG. 6.—*Dwarf forest near El Yunque. The low canopy and windswept leafless upper limbs of the trees are seen. (Bosque enano cerca de El Yunque. Obsérvese lo bajo del dosel y las ramas altas desprovistas de hojas y azotadas por el viento).*

Reproduction, Growth, and Mortality

Reproduction is fairly abundant throughout the forest. Representation of what are considered the better species is not everywhere good or well distributed, but saplings of fair species grow beneath most openings. Analysis of 691 quarter-acre cruise plots in the tabonuco type showed 82 trees per acre in the 4-inch diameter class, of which 35, are of fair species. These include, in descending order of abundance, *Tabebuia pallida* Miers., *Inga laurina* (Sw.) Willd., *Dacryodes excelsa* Vahl., *Didymopanax morototoni* (Aubl.) Dcne.) *Andira jamaicensis* (W. Wright) Urban, *Alchornea latifolia* Sw., *Sloanea berteriana* Choisy, *Guarea trichilioides* L., *Linociera domingensis* (Lamb) Knobl., *Manilkara nitida* (Sesse & Moc.) Dubard, *Matayba domingensis* (DC.) Radlk, *Homalium racemosum* Jacq., and *Ocotea leucoxylon* (Sw.) Mez. In the colorado type, data from 174 plots showed 76 trees in the 4-inch diameter class, of which 35, are of fair quality. These include *Micropholis garcinifolia* Pierre, *Calycogonium squamulosum* Cogn., *Micropholis chrysophylloides* Pierre, *Ocotea spathulata* Mez., *Cyrilla racemiflora* L., *Matayba domingensis* (DC.) Radlk. and *Magnolia splendens* Urb.

Tree growth is slow in the climax forest. Five-year records from four one-acre plots in climax stands appear in Table 4. This table includes only trees which grow to large size and which are between 2 and 20 inches in diameter. Dominant trees are growing slower than the codominants in the tabonuco type, apparently a consequence of their greater age.

Table 4.—**Diameter growth in climax forest**

Crown class	Average annual diameter growth			
	Tabonuco type		Colorado type	
	No. trees	Inches	No. trees	Inches
Dominant	27	.10	123	.05
Codominant	64	.13	212	.05
Intermediate	204	.13	567	.04
Suppressed	339	.05	952	.03

Reanalysis of these growth data by diameter classes makes possible an estimate of the age of the trees in any size in the climax forest, using the growth rates as an index of the number of years required to pass through each diameter class. It was found by this method that a 12-inch tree is about 160 years old in the tabonuco type and 230 years old in the colorado type. This slow growth is apparently characteristic of climax tropical forest throughout the world. Similar conditions are described for India (28), Africa (36), and the Philippines (15, 16).

The growth of sierra palm is also slow. The height growth of 92 palms in the understory has been at the rate of 0.42 foot per year for the past 5 years. Spacing of leaf scars on larger more exposed palms indicates that their growth rate is of the same order of magnitude.

Almost nothing is known of the natural factors of tree mortality in the forest. An obvious cause is hurricanes. No reliable reports are available, however, to indicate the extent of the damage resulting from this cause. The last hurricane struck the island some 19 years ago. Apparently most of the trees which are damaged by a hurricane, whether uprooted or broken off, sprout and continue to live indefinitely thereafter. There is some evidence of insect or disease attacks, but widespread epidemics are evidently rare. The forest is so mixed that no concentrated volume of host material is available for specific parasites. The function of insects and disease as factors of mortality appears to be largely indirect, through debilitation of individual trees, which then loose the struggle for survival.

Past Use of Plant Life

The Luquillo Mountain area, because of the inaccessibility of the upper slopes, is the least disturbed large area in Puerto Rico. About 10,000 acres in the central part of the mountains were never conceded to private ownership. Transportation difficulties were the chief obstacle to timber exploitation in the Luquillo Mountains. The trails across the mountains in 1905 were described as little used, dim footpaths (30). In spite of the fact that adjacent land-owners were at that time helping themselves to publicly owned timber, depredation was partially controlled by transportation difficulties (2). Ox trails were subsequently built nearly throughout the privately owned tabonuco type forest of the north slope.

Land clearing for farming was gradual. The 1903 map shows a forested strip outside the public lands along the entire northern boundary. In 1922 Bruner (18) estimated that about 10,000 acres outside the old Crown lands were still forested. Evidently a total of about 20,000 acres were forested at that time. The area has not decreased further since that time.

Timber cutting in the Luquillo Mountains has generally been selective, since the species most desired comprise only a small portion of the stand. Such cutting may have little visible effect upon the forest, so the best remaining clues as to its extent are old trails stumps, and a few early reports. There was no need for wide permanent trails into the mountains for other than the extraction of resources, since travel was easier around than through the range. The location and extent of these skid trails point to the probability that the best trees were removed from most of the forest, including that within Crown lands. In 1899 Hill (31) estimated that only 8 square miles of virgin forest remained in the mountains. In 1923 Britton (1) reported that only in the upper Mameyes was any private forest being reserved by its owner.

During this century no standing timber was sold from public lands until 1932, although damaged trees were disposed of free of charge after the 1928 hurricane (34). Since that time, to July 1, 1951, 10,775,000 cubic feet of saw timber, post, and fuelwood stumpage, valued at $156,000, were sold or disposed of through free use. This material, which was 11 percent saw timber, 6 percent

polewood, and 83 percent fuelwood, has all come from about 5,300 acres in the most accessible areas.

Conservation of Plant Life

The first step in the conservation of the plant resources of the Luquillo Mountains was the reservation of the Crown lands during the 1870's. A guard was employed but protection was not effective. With the Treaty of Paris in 1899 all Crown lands were turned over to the Federal government of the United States. President Theodore Roosevelt set aside in 1903, all unalienated lands within a gross area of 65,950 acres in the mountains, to be designated the Luquillo Forest Reserve and administered by the Federal Bureau of Forestry. Despite this early beginning under the American government, no appropiation was provided for forestry in Puerto Rico until about 15 years later. A survey, completed in 1916, showed the public forest to contain 12,443 acres. Upon request of the Governor of Puerto Rico a Federal forest supervisor was placed in charge on July 1, 1917 and two guards were hired in January 1918. Since 1935 four guard stations, 65 miles of road, and 50 miles of trails have been built to protect and administer the forest.

Organized improvement of the public forest lands of the mountains has been undertaken only in recent years. Silvicultural improvement of a small area of public forest was carried out from 1935 to 1939. Some of the lands of the Luquillo Mountains which were once deforested are now again covered with tree growth. Of an estimated 32,000 acres once cleared, only about 20,000 acres now remain deforested. About 8,800 acres have recovered naturally as a result of protection, and 3,200 acres have been reforested artificially since 1931.

The present forest resources of the Luquillo Mountains are confined to 28,700 acres, or about 60 percent of the land area. About 4,300 acres of this forest are in privately owned lands. Some 5,600 acres, mostly remote and inferior, are believed to be still virgin. The remaining forest is under-stocked. A recent cruise showed the stocking of the more accessible areas of the public forest to average 1,800 cubic feet per acre in the tabonuco type and 2,600 cubic feet in the colorado type. This is only slightly more than one-third of the estimated original volume. Only about 5 percent of the present volume, is sawtimber of the better species. About 70 per cent is suitable chiefly for fuel.

Animal Life

The vertebrate fauna of the Luquillo Mountains is chiefly avian. The bird of greatest interest is the Puerto Rican parrot (*Amazona vittata*), endemic to these mountains. It is a showy green, blue, and red, and is about 10 inches long. Another rare bird confined to these mountains is the Puerto Rican crow (*Corvus leucognaphalus*). An owl (*Gymnasio nudipes nudipes*), several hawks, scaled pigeons (*Columba squamosa*): quail doves (*Oreopeleia montana*); the limpkin (*Aramas pictus elucus*); and the Puerto Rican tanager (*Nesospingus speculiferus*) are others of interest.

The forest contains an abundance of lizards, one of which grows to 15 inches in length and is an intense green. Tree frogs (*Eleutherodactylus portoricensis*) are abundant, and noisy at night. Snakes are rare, but one species of boa (*Epicrates inornatus*) grows to 8 feet in length. The rivers contain several species of small fish and a crayfish. Insect life is abundant.

The valuable forms of animal life of the Luquillo Mountains have diminished. Deforestation and hunting have reduced the number of birds, particularly parrots, pigeons, and ground doves. Parrots nestlings have sometimes been taken for cage birds, even though only 2,000 adults were estimated to remain in 1937. The crayfish are caught on a small scale for local consumption. Wildlife protection is now more effective than in the past. Since 1946 the entire

public forest area has been an Insular wildlife refuge.

Minerals

The Luquillo Mountain region appears to have been one fo the richest mineral areas in the island. Gold has been found in the sands of the larger rivers (25, 29). No mother lode has ever been found. The gold generally occurs as fine dust or flakes, but one nugget of 4 ounces was found (44). Early washings in the upper Mameyes Valley yielded about ten grams of gold per ton (29).

A good grade of copper ore is to be found on the south slopes (35). This ore, from the surface to 80 feet in depth, is green carbonate, 23 percent copper. Beneath it is ferriferrous motley copper and in some parts yellow sulfide (44). This sulfide may run as high as 38 percent copper, and has averaged about 12 percent in two mines (26).

A considerable deposit of iron ore is located on the south side of the mountains near the Río Gurabo. A sample from Esperanza mine gave 73 percent Fe_2O_3 and 18 percent FeO, or 65 percent metallic iron (41). This deposit was estimated to contain 3,500,000 tons of metallic iron.

Small deposits of numerous other minerals including calcareous spar, pearl spar, fibrous gypsum and malachite have been found on the south slopes (3). A small amount of silver has been found with gold in the rivers.

During four centuries mining was the only activity in the central part of the mountains. The auriferous sands of the Río Sabana, the Río Fajardo, the Río Mameyes, the Río Grande, and the Río Espíritu Santo were exploited soon after colonization. A report in 1596 (22) refers to the Luquillo gold deposits as still rich at that time. Most of the gold was extracted by individual panners. The deposits were particularly suited to the working of beds of small streams during or immediately after showers and recovering gold from thin layers of sandy clay on hillsides (33).

Efforts were made to organize gold mining on a large scale. In 1842 a stock company was formed to exploit Luquillo gold, but in spite of the fact that slaves were provided to do the work, the enterprise was apparently unsuccessful (24). In 1870 a French company secured authorization from the Spanish government to wash gold from Luquillo rivers (25). At one time as many as a hundred people were employed (29), but the project was soon abandoned. According to one report, deep excavations were made in the upper Mameyes Valley and up to two pounds of fine gold were obtained per day (44). At the turn of the century there were two active registered gold placers, comprising 159 acres and both on the Río Mameyes. Hundreds of individuals washed gold when there was no other work, making 25 to 30 cents a day (30). Gold was still being taken from the Río Sabana as late as 1915 (12). In 1946 a corporation was formed to exploit the alluvial deposits but disbanded when tests in the lower Río Mameyes showed yields to be inadequate. No gold is being mined at present.

At least five copper mines were established on the south slopes of the mountains. These claims totaled more than 1,200 acres. One mine was worked until destroyed by the hurricane of 1899. Apparently difficulties of transportation adversely affected all of these mines (43).

The iron of the mountains has never been mined. Nine claims, however, totaling more than 1,100 acres, were at one time registered near the south edge of the area. Some of these were probably in the foothills separate from the main mountain range.

Concessions were made during the latter part of the 19th century for silver extraction from the Río Espíritu Santo and the Río Blanco (19), and in about 1900 from near Naguabo, Fajardo, and Las Piedras (44). There is no evidence, however, that any sil-

ver was mined, other than that which was panned with the gold.

THE ADJACENT COMMUNITY AND ITS RESOURCES

The Luquillo Mountain area constitutes about 2 percent of the land surface of Puerto Rico, an island of 2,191,000 acres. At least half of the rest of the island is mountainous, with geological origin similar to that of the Luquillo Mountains. A major difference, however, is in climate, since all of the rest of the island is considerably less rainy and most of it is warmer than the Luquillo Mountains. The soils elsewhere in the island are, generally more productive of agricultural crops. The forests have nearly disappeared elsewhere, however, as there remain only 120,000 acres of forest in the entire island, covering only about 5 percent of the land surface.

The population of Puerto Rico is about 2,220,000, or approximately 640 persons per square mile and it is growing rapidly. About 60 percent of the population is rural. Migration toward the cities has increased in recent years, but the rural population is still growing. The Luquillo Mountain area is the least settled in the entire island. The population is estimated at about 9,000 persons, or 120 per square mile.

By tropical standards Puerto Ricans live well, but a number of unsatisfactory living conditions exist, particularly in the rural areas. Agricultural employment is largely seasonal. At least 80 percent of the income of rural people goes for the basic necessities of life, food, clothing, and shelter. Domestic water supplies are sometimes unsafe even in the larger cities. The diet of most of the people is inadequate and improperly balanced. Diarrhea, enteritis, tuberculosis and pneumonia are common diseases.

Living conditions in the Luquillo Mountains are comparable to those in other remote rural areas and considerably worse than the average for the island. A study of 115 families living within the National Forest in 1941 showed that the average period of schooling of the family heads was 1.6 years, and 50 percent of them were illiterate. Thirty percent of the children had no schooling. The total value of the farm crops was $35 per year. Less than half of the farms had cows. Comparing the diet with the general average for the island Luquillo Mountain people eat about the same total volume but more cereals, 55 percent more starchy vegetables, only 20 percent as many green and leafy vegetables, almost no fruits, twice as much coffee, half as much milk, more fats and more meat (chiefly dried codfish).

The chief industry of the island is agriculture. There are more than 50,000 farms. The most important crops are sugar cane, tobacco, coffee, and pineapples. The processing of agricultural crops is an important industry group. Included are: the manufacture of raw sugar candy, alcohol, and rum; the processing of coffee and tobacco; and the canning of fruits and juices. A home industry which has always been important is needlework. A large number of new industries, many of which are based upon the application of labor value to imported raw materials for subsequent exportation, are now being attracted to the island to increase employment.

In the Luquillo Mountains the chief industry is farming, and involves the use of 40 percent of the land. Farm income is usually supplemented with outside work, such as cane harvesting or public works projects. The second industry in importance is the harvesting and preparation of forest products and their transportation to the road. Included are lumber, crossties, oxyokes, poles, posts, fuelwood, and charcoal. This industry provided more than 400 man-years of employment during the past five years.

Active trade is vital to Puerto Rico. Except for one half of its food and small quantity of other locally produced goods, the island imports practically all it consumes. Chief imports are foodstuffs, machinery and vehicles, cotton and manufactures and wood

and paper. About 90,000,000 board feet of wood and manufactures are imported each year. The most important exports are sugar and molasses, tobacco, fruits, and rum.

The mismanagement of natural resources has been characteristic of Puerto Rico throughout its long past. The land area suited to permanent cultivation is only about 600,000 acres, yet more than 1,700,000 acres have been deforested, and farmed at one time or other until the suface soil has become degraded or has been lost by erosion. About 50 percent of the land area is subject to more or less severe sheet erosion. Even the simplest of soil conservation techniques are applied to only about 60,000 acres. In the past decade a large area of coffee plantations has been cut, and steep slopes have thus been exposed to the erosion which accompanies their cultivation for other crops. Sediment is filling many reservoirs at a rate that will terminate their utility before the end of the century. Puerto Rico must make the most of the few precious dam sites for cheap power for proposed industrial development. Deforested watersheds reduce the productivity to the lowlands by contributing to floods and to periodic water scarcity.

One result of the mismanagement of resources has been a large land area in varying degrees of idleness. Certain lands potentially rich for farming, are relegated to less intensive uses such as grazing or brushy forest because water cannot be brought to them or because they are subject to too much water in flood times. Other large areas, suited to continuous cultivation if soil conservation is practiced, have already dropped below the marginal level as a result of degradation without soil conservation practices. These soils are at least partially idle while they "rest," or produce inferior pasture or timber. Still other areas, which because of their steepness or their soil quality never should have been farmed, even periodically, have been subjected to such deterioration that they are now low in productivity, poor even for pasture or good forest. The fact that the lands in these three categories may be in some use today should not hide the more significant fact that their productivity is generally far below the potential. The gravity of the local timber shortage in Puerto Rico is at least partially reflected in the per capita consumption of wood, which is 42 cubic feet annually, compared with 70 cubic feet in the United States (52).

Resource mismanagement is a part of the circle of cause and effect which includes poverty, unsatisfactory housing, sanitation, education, and lack of social responsibility. It is not the only root of the problems of Puerto Rico. However, it should be obvious that any effort which in any way can improve or increase the utility or productivity of the resources of the island will at the same time alleviate other problems.

The degree of mismanagement of local resources and the desirability of improved management have been at least partially obscured by free access to many products from the continental United States. Importation, however, has two inherent disadvantages: (1) the cost of shipment must be borne by the island, and (2) trade must be balanced by exports of equal value in an outside-market. The importation of raw materials frequently involves the payment of freight on greater weight or bulk than the finished products. Importation of finished products costs the island not only the transportation charge, but also deprives the island's numerous hands of the labor of fabrication. The importation of forest products, which are heavy and bulky, should eventually be reduced by the extent that local non-farm lands can produce these products on the island. Such low-value but bulky products as posts, ties, poles, and fuelwood are prime examples. Even the use of imported petroleum products instead of locally produced wood as a cooking fuel may prove less economical in the future if the price of oil rises.

One inescapable conclusion comes from consideration of Puerto Rico's future source of livelihood: whatever the political destiny of the island and however great the develop-

ment of local industries may become dependent upon imported raw materials, the demand for Puerto Rico's own natural resources, whatever their form, will continue to rise as far into the future as can be foreseen.

LITERATURE CITED
(Literatura Citada)

1. ALEXANDER, W. H. 1902. Porto Rico, its climate and resources. Amer. Geog. Soc. Jour., 34:401-409.
2. Anonymous. 1905. Porto Rico forest reserve. Sci. Amer. Sup., 59:24295-24296.
3. ---------- 1898. Porto Rico, its natural history and products. Sci. Amer. Sup., 46:-18880-18881.
4. BARBOUR, W. R. 1933. Soil and stumpage values on the Luquillo purchase unit. Unpublished memorandum in files of U. S. Forest Service, Río Piedras. Pp. 8.
5. BATES, C. Z. 1929. Efectos del huracán del 13 de septiembre de 1928 en distintos árboles. Rev. de Agr. (Puerto Rico) 23:113-117.
6. BEARD. J. S. 1942. Montane vegetation in the Antilles. Carib. For. 3:61-74.
7. ---------- 1944. Climax vegetation in tropical America. Ecology, 25:127-158.
8. ---------- 1949. The natural vegetation of the Windward and Leeward Islands. Oxford Forestry Memoirs 21. Pp. 192.
9. ---------- 1944. Forestry in the Windward Islands. Dev. and Welfare Bul. 8. Bridgetown, Barbados. Pp. 183.
10. ---------- 1944. Personal communication from Port of Spain, Trinidad, August 12.
11. ---------- 1944. Report on forestry in St. Lucia. Castries, St. Lucia. 19.
12. BERKEY, C. P. 1915. Geological reconnaissance of Porto Rico. N. Y. Acad. Sci. Ann., 26:1-70.
13. BOCK, C. A. 1946. Planning report on the El Yunque hydroelectric project. Puerto Rico Water Resources Authority, Engin. and Construct. Div. San Juan. Pp. 31 (mimeographed).
14. ---------- 1946. Planning report on the proposed Río Blanco extension. Puerto Rico Water Resources Authority, Engin. and Construct. Div. San Juan. Pp. 25 (Mimeographed).
15. BROWN, W. H. 1919. Vegetation of Philippine mountains, the relation between the environment and physical types at different altitudes. Bur of Sci. Manila, Pub. 19. Pp. 434.
16. ----------, and MATTHEWS, D. M. 1914. Philippine dipterocarp forests. Philippine Jour. Sci. (Sec. A), 9:413-561.
17. BRUNER E. M. 1918. Report upon the preliminary examination of the timber and fuel resources of the Luquillo National Forest. Río Piedras, Puerto Rico. Pp. 20 (unpublished).
19. CARROL, H. K. 1899. Report on the island of Porto Rico, its population, government, commerce, industries, productions, roads, tariff, and currency, with recommendations. U. S. Treasury Dept. Washington: Government Printing office. Pp. 813.
20. CATER, J. C. 1944. Forestry in the Leeward Islands. Dev. and Welfare Bul. 7. Bridgetown, Barbados. Pp. 104.
21. CHAMPION, H. G., and TREVOR, G. 1938. Manual of Indian silviculture. London: H. Milford, Oxford University Press, Pp. 374.
22. CLIFFORD, G. 1625. The voyage to Saint John de Porto Rico. Purchas, his Pilgrimes. London: William Stansby. Bk. 6, Pt 4. Pp. 1150-1154.
23. COLL y TOSTE, C. 1922. Historia de Puerto Rico — el alzamiento de los Indios del Boriquén. Bol. Hist. de Puerto Rico, 9:342-349.
24. ---------- 1923. Mina de Luquillo. Bol. Hist. de Puerto Rico, 10:27-32.
25. DINWIDDIE, W. 1899. Puerto Rico, its conditions and possibilities. New York: Harper & Bros., Pp. 293.
26. DOMENECH, M. V. 1899. Porto Rico, her mineral resources— their value and extent and the reasons why they are not more developed. Mines and Minerals, 19:529-532.
27. FASSIG, O. L. 1929. On the frequency of hurricanes in the vicinity of Porto Rico. Porto Rico Jour. Pub. Health and Trop. Med., 5:106-113.
28. FOGGIE, A. 1945. On girth increment and age of trees with special reference to management in irregular tropical forest. Empire Forestry Jour., 24:176-191.
29. GANDIA C. R. 1926. Recursos minerales de la isla de Puerto Rico, II. Rev. de Obs. Pubs. (Puerto Rico), 3762-767.
30. GIFFORD, J. C. 1905. The Luquillo Forest Reserve, Porto Rico (with appendix, trees of the Luquillo region, by John Clayton Gifford and Otis Warren Barrett), U. S. Dept. of Agr., Bur. Forestry Bul. 54. Washington: Government Printing Office. Pp. 51.
31. HILL, R. T. 1899. Notes on the forest conditions of Porto Rico. U. S. Dept. Agr., Div. of Forestry Bul. 25. Washington: Government Printing Office Pp. 48.
32. HOLDRIDGE, L. R. 1947. Determination of world plant formations from simple climatic data. Science 105(2727)367-368.
33. JACKSON, C. F. 1934. Informe sobre depósitos minerales en Puerto Rico. Rev. de Obs. Pubs. (Puerto Rico), 11:655-667.
34. KRAMER, W. P. 1932. Policy statement: Luquillo National Forest. Río Piedras, Puerto Rico. Pp. 40 (unpublished).
35. LOW, B. 1929. The mineral deposits of Puerto Rico. Engin., and Mining Jour., 128 (1):5-7.
36. MACGREGOR, W. D. 1934. Silviculture of the mixed deciduous forests of Nigeria with special reference to the southwestern provinces. Oxford Forestry Mem. 18. Oxford: The Clarendon Press, Pp. 108.
37. MCLEAN, R. C. 1919. Studies in the ecology of tropical rain forest with special reference to the forests of south Brazil. Jour. Ecol. 7:5-54 and 121-172.
38. MELGAREJO, J. 1914. Memoria y descripción de la isla de San Jhoan de Puerto Rico en el año 1582. (Reprinted). Bol. Hist. de Puerto Rico, 1:75-91.
39. MEYERHOFF, H. A. 1932. Geología del distrito de Fajardo, Puerto Rico. Rev. de Obs. Pubs. (Puerto Rico), 9:197-200 and 249-251.
40. ---------- 1933. Geology of Puerto Rico. University of P. R. Monog. 1. Río Piedras, Puerto Rico. Pp. 306.

41. _____. 1934. Iron in Puerto Rico. Rev. de Obs. Pubs. (Puerto Rico), 11:595-597 and 704-710.
42. MURPHY, L. S. 1916. Forests of Porto Rico, past, present, and future, and their environment. U. S. Dept. Agr. Bul. 354. Washington: Government Printing Office. Pp. 99.
43. PERAZA, B. 1948. (First forest guard of Luquillo Forest Reserve.) Personal interview.
44. PORTO RICO. 1902. Annual report of the Governor, 1901-02. Washington Government Printing Office. Pp. 351.
45. PUERTO RICO BUREAU OF COMMERCE. 1948. Annual book on statistics of Puerto Rico, fiscal year 1947-48. Dept. of Agr. and Com. San Juan, 1948. P. 293 (mimeographed).
46. RAUNKIAER, C. 1934. The use of leaf size in biological plant geography. The life forms of plants and statistical plant geography (trans. by H. Gilbert-Carter), pp. 368-378. Oxford: The Clarendon Press.
47. ROBERTS, R. C., et al. 1942. Soil survey of Puerto Rico. U. S. Dept. Agr., Bur. Plant Indus. Washington: Government Printing Office. Pp. 503.
48. SCHIMPER, A. F. W. 1903. Plant geography upon a physiological basis. (trans. by W. R. Fisher). Oxford: The Clarendon Pres. Pp. 839.
49. SEIFRIZ, W. E. 1943. The plant life of Cuba. Ecol. Monog., 13:375-426.
50. SENSTIUS, M. W. 1930. Agro-geological studies in the tropics. Soil Res., 2(1):10-56.
51. SHREVE, F. 1914. A montane rain-forest; a contribution to the physiological plant geography of Jamaica. Carnegie Inst. Wash. Pub. 199. Pp. 110.
52. U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. 1949. Trees. U. S. Dept. Agr. Yearbook. Washington: Government Printing Office. Pp. 944.
53. UPSON, A. T. 1945. All purpose transportation plan, Caribbean National Forest. U. S. Forest Service, Río Piedras, Puerto Rico. Pp. 51 (unpublished).
54. VAUGHAN, R. E. 1941. Studies on the vegetation of Mauritius, Pt. III. The structure and development of the upper climax forest. Jour. Ecol., 29:127-160.
55. WADSWORTH, F. H. 1948. The climate of the Luquillo Mountains and its significance to the people of Puerto Rico. Carib. Forester 9:321-344.
56. _____. 1949. Some indicators of the influence of forest upon streamflow in Puerto Rico. U. S. Forest Service, Río Piedras, Puerto Rico. Pp. 14 (unpublished).
57. _____, and BONNET, J. A. 1951. Soil as a factor in the occurrence of two types of montane forest in Puerto Rico. Carib. For. 12:67-70.

(Traducción del artículo anterior)

Ordenación Forestal en las Montañas de Luquillo *

I. EL LUGAR

Este artículo es el primero de una serie que ha de presentar los resultados de un estudio efectuado en las Montañas de Luquillo, para determinar el monto de la corta anual en la División de Luquillo del Bosque Nacional Caribe, como requisito para una ordenación forestal adecuada. Desde el año 1943 la corta forestal en este área ha aumentado grandemente debido a los esfuerzos tendientes a mejorar el bosque por métodos selviculturales, pero no se ha contado con una base satisfactoria que asegure un rendimiento sostenido y una aportación estable de oportunidades de trabajo, por medio de reglamentación del compás de corta.

La producción maderera es sólo uno de los diversos usos que pueden dársele al Bosque Nacional, el cual forma parte de una región forestal geográficamente homogénea: las Montañas de Luquillo. Hasta tanto no se trace un plan de utilización de las tierras, que tome en cuenta el valor y el papel que desempeña cada uso primordial y se le asigne un escalafón apropiado en el cuadro utilitario de la región, no puede determinarse ni la localización ni la extensión de las áreas que han de dedicarse a la producción maderera. Además aún en aquellos terrenos dedicados a la producción forestal, otros usos deseables que estén parcialmente en conflicto en las mismas áreas habrán de limitar las políticas forestales de ordenación. Se ha hecho aquí un esfuerzo por preparar un plan para la región siguiendo esos fines y por derivar normas dasocráticas para el área de producción maderera, normas que estén en armonía con dicho plan.

Las Montañas de Luquillo, situadas en la parte este de Puerto Rico (véase la fig. 2), son de importancia para toda la isla. Estas montañas constituyen poco más del 2 por ciento de la superficie total de la isla. Su panorama montañoso es de lo más espectacular. En ellas se encuentra el área forestal más grande bajo ordenación y contienen la mitad del total de la madera en pie que le queda a la isla. Los ríos que se encuentran en estas montañas proveen cerca del 10 por ciento de la energía hidroeléctrica, que es de producción local. Ellas suplen agua para consumo doméstico a más de 50.000 personas y en sus confines alberga una comunidad rural de cerca de 9.000 personas.

Este informe describe primeramente el sitio: ubicación y características generales de las Montañas de Luquillo y sus bosques, los recursos primitivos y su utilización en el pasado, los recursos restantes y las características y necesidades de la comunidad que depende de esas montañas. Luego se considera la importancia potencial relativa y el sitial de los usos posibles estructurados después en un plan de utilización global múltiple. Se elaboran en detalle las normas y planes para la producción maderera, que es el uso principal recomendado para la mayor parte del área. Luego se procede a calcular una predicción del rendimiento potencial del área montañosa de Luquillo. Finalmente se consideran las responsabilidades del gobierno y de los terratenientes privados en la consecución de este programa.

La literatura existente relacionada con las Montañas de Luquillo es exigua. La mayor parte de los informes que datan con anterioridad al 1900 tratan de los recursos minerales de áreas específicas. En 1899 Hill (31) describió la región de Luquillo, sus bosques y la explotación de éstos. Gifford (30) suministró informes adicionales de igual naturaleza en 1905. En 1916 Murphy (42) en

* Extraído en parte de la tesis presentada ante la Universidad de Michigan como uno de los requisitos para la obtención del grado de Doctor en Filosofía.

un informe general sobre los bosques de Puerto Rico señaló la importancia que tienen los bosques de Luquillo para la isla. En 1922 Bruner (18) calculó, a base de recorridos limitados, el volumen de madera en pie en el bosque público. En 1932 Kramer (34) preparó el primer enunciado sobre la política de ordenación para el bosque público. En 1933 Meyerhoff (40) describió en detalle los recursos minerales del área. En ese mismo año Barbour (4) derivó los valores del suelo y del material leñoso y dos años más tarde propuso numerosos círculos de trabajo para la organización de la corta. En 1937 Hadley hizo recuento de existencias en el bosque público. En 1945 Upson preparó un plan de transportación en el bosque público, (53).

LOS TERRENOS FORESTALES DE LAS MONTAÑAS DE LUQUILLO Y SUS RECURSOS NATURALES

Por terrenos forestales han de entenderse aquí todos aquellos terrenos cuya mayor productividad es el cultivo forestal. En Puerto Rico esto se refiere generalmente a la tierra que no se adapta al cultivo agrícola permanente o a la producción de forraje pero sí se adapta al cultivo forestal. En las Montañas de Luquillo esta diferenciación está regida en parte por la inclinación del terreno y en parte por la precipitación. Pero no en todos sitios es abrupta esa transición. Sobre los 133 y hasta los 200 metros de elevación las laderas por lo general exceden al 40 por ciento de inclinación y la precipitación anual es de más de 229 centímetros. Por tales razones es indudablemente tierra forestal. A menor altitud las colinas por lo general se adaptan al pastoreo o al cultivo agrícola. Se ha calculado que la superficie de las tierras de cultivo forestal en las montañas asciende a 19.655 hectáreas (véase la fig. 2).

Geología y Topografía

Las Montañas de Luquillo se remontan al cretácico superior. Su resistencia ulterior a las fuerzas erosivas es debido aparentemente al plegamiento orográfico (39). Las rocas de las Montañas de Luquillo no son esencialmente diferentes de las rocas de otras tierras altas de Puerto Rico. Las rocas ígneas, en su mayoría andesíticas, son las que se encuentran en todo el área. En la parte sur y hacia el centro de la cadena se encuentra expuesta una masa intrusiva cuarzosodiorítica grande . También se encuentran tufas y esquistos, pero son menos corrientes. Las montañas consisten de tres elementos principales: una cadena central de dirección este-oeste desde el Toro hasta el Pico del Este, estribación hacia el sur compuesta de picos distribuídos irregularmente pero por lo general paralelos a la cordillera central y El Yunque, hacia el norte de la cadena central (véase la figura 2). En el norte, este y sur una faja de colinas y la planicie costanera de menos de 8 kilómetros de ancho las separan del mar. Una divisoria de sólo 110 metros de elevación aisla completamente a las Montañas de Luquillo del resto de las montañas del suroeste. Una cuarta parte de las tierras forestales se halla entre 133 y 333 metros de elevación; casi la mitad se encuentra entre 333 y 666 metros de elevación, otra cuarta parte se encuentra entre 666 y 1,000 metros y cerca del 3 por ciento se halla sobre los 1,000 metros.

La topografía de las Montañas de Luquillo es accidentada, con farallones y otras rocas expuestas comunes a mayores elevaciones. En las montañas se originan seis sistemas principales de ríos. Las cascadas y caídas de agua son numerosas. En la vertiente norte los ríos caen rápidamente a elevaciones altas pero hacia abajo caen más gradualmente (Véase la fig. 1). En la vertiente sur pasa lo contrario pues tienen en la altura valles anchos a modo de cuencas. El río principal que corre en dirección sur es el río Hicaco que en una parte de su curso cae por más de 433 metros en una distancia horizontal de 2.333 metros.

Clima

Hace poco apareció en esta revista un resumen completo de los registros climáticos de

* Los números entre paréntesis se refieren a la literatura citada (véase al final del texto en inglés).

las Montañas de Luquillo (55). Volveremos a expresarlos brevemente aquí. Los registros del tiempo, más confiables y representativos para la parte central de las Montañas de Luquillo, son los de La Mina, situada a cerca de 783 metros sobre el nivel del mar. En esa estación los registros de 9 años muestran una temperatura media de 21ºC, con maxima extrema de 32 y mínima extrema de 11ºC. La diferencia entre las medias mensuales de invierno y verano es de 3,5º La fluctuación media diaria es de 6,7º. La temperatura del área superior de las Montañas de Luquillo bordea entre tropical y subtropical según la definición de Champion y Trevor (21); la temperatura media fluctúa entre 16,5º y 23,9º (subtropical), sin embargo, la temperatura media en enero es mayor de 18,5º (tropical).

La precipitación anual en La Mina es de 464,8 centímetros con por lo menos 25,4 centímetros mensuales excepto en marzo y abril. Las sequías son muy raras. En el año promedio de registro hubo 269 días lluviosos y más de 1.600 aguaceros individuales con promedios de 20 minutos de duración y 0,254 centímetros de lluvia. La precipitación mayor registrada en un día es de 31 centímetros, siendo indudablemente la intensidad mayor durante los huracanes.

La estación de La Mina no puede tomarse como representativa de las Montañas de Luquillo. Tanto la temperatura como la precipitación varían con la elevación y la topografía. Al pie de las montañas la temperatura media es alrededor de 25,5º y la precipitación fluctúa entre 165 y 203 centímetros anuales. Como resultado de los vientos que prevalecen que vienen de dirección este, la vertiente oeste de las montañas recibe un poco menos precipitación que la vertiente este.

Aún en los períodos más secos del año las nubes, la neblina y la lluvia son frecuentes en las Montañas de Luquillo. Como la base de las nubes desciende durante la noche a menudo se envuelven las laderas más altas de una neblina que dura desde antes del obscurecer hasta después del amanecer. Sobre los 666 metros la humedad relativa fluctúa por lo general entre 90 y 100 por ciento en días nublados y durante la noche. En días claros se observan ocasionalmente extremos hasta de 55 por ciento o sea tan bajos como en la costa (55).

Según datos históricos los huracanes severos tienen lugar con una frecuencia promedio de uno cada diez años (27). Son exiguos los datos sobre los efectos que tienen los huracanes sobre el bosque. Según Bates (5) más son los árboles que se parten que los que se desarraigan. El determinó que algunos árboles pierden pronto las hojas, antes de que aumente mucho la fuerza del viento y logran así evadir daños graves. Los árboles se deshojan, por lo menos parcialmente y el sol caldea las ramas. Aparentemente el bosque denso sufre menos a manos de las tormentas que el bosque abierto.

El clima de las Montañas de Luquillo es diferente al de las zonas costaneras y al de otras montañas de la isla. Comparando los datos de La Mina con los de Fajardo, 14,5 kilómetros al este, con la costa y con Guineo, 80 kilómetros al oeste en la Cordillera Central y a 1.000 metros de elevación se encontraron las siguientes relaciones (55):

1. En las Montañas de Luquillo la temperatura durante el día y la noche, invierno y verano es de 4,5 a 6,7 grados más fresca que en la costa. La temperatura media varía ½ grado centígrado por cada 87 metros de elevación aproximadamente.
2. En las Montañas de Luquillo la temperatura es aproximadamente igual a la temperatura de las montañas centrales a idéntica elevación. Comparada con la costa adyacente, la precipitación es casi tres veces mayor y es casi el doble comparada con la de las montañas centrales a igual elevación.

Recursos Naturales

Como las Montañas de Luquillo están ubicadas en una isla pequeña y aislada, sus recursos son de importancia especial, dado el caso que los productos que no se obtengan

localmente deben importarse de tierras distantes y pagarse a base de exportaciones. Las Montañas de Luquillo están tan cerca de los núcleos principales de población en San Juan como las otras zonas montañosas de la isla, es decir la Sierra de Cayey y la Cordillera Central.

La topografía de los terrenos forestales de Luquillo provee por lo menos tres sitios adecuados para represas hidroeléctricas, con capacidad de embalse de 11.445 acre-pies y una producción anual potencial de unos 100.000. 000 kilovatio-horas de electricidad. La represa hidroeléctrica de Río Blanco, que es la única que funciona actualmente se alimenta de los ríos Prieto, Hicaco, Cubuy y Sabana y tiene una capacidad anual de 18.000.000 de kilovatio-horas de electricidad.

El panorama montañoso de altura es tan espectacular como el de cualquier otra área del interior de la isla y es una atracción turística. Un área de recreación establecida en La Mina recibe casi 100,000 turistas anualmente.

La inaccesibilidad del interior de las Montañas de Luquillo ha sido un factor importante en la conservación de sus recursos. El daño causado en otras zonas por el desmedido cultivo de laderas inclinadas no ha logrado implantarse aquí porque esas tierras no son asequibles al exterior. Como consecuencia, gran parte de la zona no fué enajenada y al reservarla luego por ley se reconocía el hecho de que era deseable que la explotación de los recursos de Luquillo estuviera bajo el dominio del gobierno.

El clima de las Montañas de Luquillo es uno de los recursos más grandes de este área. La temperatura es comparativamente fresca durante todo el año lo cual ofrece a los habitantes de la costa un cambio agradable durante los meses de verano. La precipitación abundante y bien distribuída suministra más agua para energía eléctrica y para consumo doméstico que ninguna otra área de tamaño similar. El viento en las cresterías, según lo atestiguan unas pocas pruebas, parece ser adecuado para mover turbinas de generar energía eléctrica. En las laderas inferiores protegidas, el clima húmedo y caliente produce un exuberante bosque pluvial.

Pero el clima también tiene sus limitaciones. La precipitación es tan elevada que el suelo está muy lavado y es de poca productividad agrícola. Si se expone el suelo mediante el cultivo, esta precipitación origina también una erosión rápida de modo que el cultivo permanente está limitado a sólo algunas cosechas forestales. La frecuencia de los aguaceros hace desagradable la residencia en la zona por tiempo prolongado, lo cual es menos pronunciado en otras áreas de las alturas de la isla. La elevada precipitación, la temperatura baja, la humedad baja ocasional y los vientos fuertes crean un ambiente adverso al crecimiento de la vegetación a grandes alturas donde se desarrolla un bosque achaparrado, abierto y de lento crecimiento.

Suelo

Los suelos de las Montañas de Luquillo no son muy diferentes a los de las demás regiones altas de la isla. La precipitación es mayor que la evaporación y el deslave es casi continuo. La laterización es probablemente el proceso de formación de materia madre, mientras que el suelo en sí se forma en su mayor parte por podsolización.

En las Montañas de Luquillo se encuentran doce tipos edáficos diferentes: arcilla Los Guineos; suelo pedregoso accidentado; arcilla pedregosa Catalina; suelo arcilloso pedregoso - lómico Picacho; arcilla Catalina; suelo limo-arcilloso lómico Sabana; suelo limo-arcilloso lómico Múcara, fase escarpada; suelo arenoso arcilloso-lómico Pandura; suelo limo-lómico Sabana; arcilla Catalina, fase escarpada; suelo limo-arcilloso lómico Lares y limo-arcilla Vía, fase quebrada (47). Los primeros tres tipos son los más importantes ya que se encuentran en un 60 por ciento del área y en casi toda la parte central de la cadena de montañas. A continuación ofrecemos una breve descripción de estos suelos, extraídos del libro "Soil Survey of Puerto Rico" (47).

1. Arcilla Los Guineos.—Este suelo está caracterizado por estrato superficial de 15 a 20 centímetros de espesor, de color gris pardo, levemente granular de plasticidad moderada y altamente ácido y un subsuelo arcilloso de 7 a 15 centímetros de espesor, de color amarillo parduzco que cambia abruptamente a un suelo arcilloso rojo plástico permeable y altamente ácido. A una profundidad que fluctúa entre 0,9 y 1,2 metros esta capa se torna gradualmente en una arcilla de color rojo más claro y más friable. En la superficie de este suelo hay rocas y en las capas subyacentes también, siendo tan numerosas que es prácticamente imposible cultivar la tierra. En las áreas donde se encuentra este suelo existen muchas fajas pequeñas y estrechas que se encuentran adyacentes o en las cabeceras de vías de drenaje y tienen un suelo superficial arcilloso, gris, plástico, pegajoso y ácido, con subsuelo a una profundidad entre 20 y 35 centímetros, que es arcilloso, gris moteado y pardo rojizo, plástico y ácido, de drenaje interno imperfecto. El drenaje superficial también es inadecuado para la mayoría de los cultivos.

2. Suelo pedregoso accidentado.—Este tipo de suelo se encuentra en áreas muy accidentadas y quebradas o muy rocosas lo cual impide que se use para cultivos agrícolas. En muchos sitios está constituído por picos dentados, azotados por el viento, cubiertos de musgos y situados a más de mil metros de elevación. El material edáfico varía mucho en contextura, color, consistencia y estructura. En la mayoría de los sitios consiste de una fina capa de arcilla ácida plástica, de color pardo grisoso obscuro o color pardo grisoso abundante en hojarasca, musgo, raíces y fragmentos rocosos de ángulos cortantes. Esta capa descansa sobre roca dura. En la cabecera de los cursos de drenaje o cerca de arroyos y cursos de agua el suelo es una arcilla anegada, ácida, plástica de color gris obscuro con muchas manchas de color rojo-hierro a profundidades que fluctúan entre 40 y 50 centímetros. En algunos sitios el suelo es rojo, permeable y profundo. También se incluye en este tipo un área extensa derivada de granito, que se encuentra cerca del Pico Este. Este área tiene un suelo que varía entre lómico de color claro y arenoso al tacto, arenoso arcilloso-lómico y arcilloso arenoso de 7 a 10 centímetros de espesor con una capa estrecha subyacente, de suelo gris claro o gris ceniza descolorido y altamente ácido bajo el cual a su vez hay una costra estrecha ferrugínea, de color pardo mohoso o pardo rojizo, friable y rica en hierro. Este material cambia gradualmente a un suelo lómico, suelto, friable y arenoso y a roca diorítico-cuarzosa parcialmente desintegrada.

3. Arcilla pedregosa Catalina.— Normalmente el suelo superficial en la arcilla Catalina es una arcilla color pardo rojiza clara, friable y granular suave. En las laderas más inclinadas y erosionadas el suelo superficial no tiene más de 10 centímetros de espesor promedio. En las áreas más ondulantes y menos erosionadas el suelo superficial tiene por lo general 20 centímetros de espesor. La parte superior del subsuelo, a una profundidad entre 20 y 60 centímetros es una arcilla color rojo parduzco o rojo, pesada pero friable y levemente granular. Las raíces y el agua de infiltración pueden penetrar fácilmente tanto en el suelo superficial como en el subsuelo. La parte inferior del subsuelo, desde una profundidad de cerca de 60 centímetros consiste de una arcilla color rojo obscuro que es más friable que el material en las capas superiores. La arcilla roja uniforme se extiende hasta profundidades que varían entre 3 y 10 metros antes de llegar a la roca madre. Este suelo es ácido en la superficie y se torna más ácido según aumenta la profundidad. El suelo superficial contiene más

del 65 por ciento de arcilla; el subsuelo contiene cerca de 80 por ciento y el substrato inferior cerca del 70 por ciento. Las áreas donde esta arcilla tiene rocas en exceso en la superficie se clasifican como arcilla pedregosa Catalina. La mayoría de las áreas de este suelo son muy rocosas y no pueden usarse económicamente los utensilios grandes de labranza.

Por lo general la calidad del suelo de las Montañas de Luquillo es inadecuadamente pobre para el crecimiento de las plantas. Sobre los 600 metros de elevación los suelos nunca habrán de tener valor agrícola, debido a la humedad excesiva. Estos suelos son escasos en nutrimentos por ser lavados, ácidos y podsólicos. Hasta el propio bosque oriundo de estos suelos altos está pobremente desarrollado.

Los suelos de una parte de las Montañas de Luquillo han sido cultivados abusivamente. El acreaje dedicado a la agricultura fué aumentando hasta principios del siglo actual pero ha ido decayendo desde esa fecha. El cultivo alrededor de la base de las montañas comenzó a principios del siglo 16 (23, 38) pero la mayoría de las concesiones en las laderas exteriores provienen del siglo 19. Hubo un tiempo en que estaban bajo cultivo unas 10.000 hectáreas o sea, más de la mitad de los terrenos forestales de las montañas. El área cultivada ha disminuído desde el huracán de 1899 que causó grandes pérdidas en las cosechas y marcó el principio de la decadencia de los cafetales. Desde esa fecha el gobierno ha adquirido y reservado unas 5.000 hectáreas de terrenos, la mayoría de los cuales habían estado previamente bajo cultivo.

En las montañas el cultivo agrícola no ha sido totalmente eliminado en los terrenos públicos. Muchos individuos que habían estado cultivando la tierra en ese área con anterioridad a la primera determinación de colindancias que finalizó en 1918, continuaron cultivándola mediante la expedición de permisos. De igual manera las familias que ocupaban tierras que fueron compradas por el gobierno no siempre fueron desahuciadas. El área incluída en los permisos de cultivo aumentó de 62 hectáreas en 1919 a 544 hectáreas en 1940 como resultado de la norma de aumentar deliberadamente el acreaje bajo cultivo, permitiendo el cultivo agrícola entre las hileras de árboles forestales recientemente plantados, pero sólo hasta el tiempo en que los árboles al dominar impidiesen el cultivo. En 1943 se suspendió este tipo de uso combinado y hoy día sólo se cultivan agrícolamente 160 hectáreas de tierras públicas aptas para este propósito. Las cosechas principales son habichuelas, maíz, batatas, arroz, plátanos, malangas, yautías, café y gandules. Una de cada cuatro fincas tiene caballos o ganado.

La medida principal adoptada para conservar el suelo en las Montañas de Luquillo ha sido el reservar las tierras más inclinadas para propósitos forestales. En las áreas reservadas se ha protegido la vegetación nativa existente y el cultivo de áreas abiertas ha sido efectuado de acuerdo con los permisos, observando las prácticas necesarias para su conservación.

Los actuales recursos edáfico-agrícolas en la zona forestal de las Montañas de Luquillo incluyen cerca de 600 hectáreas de áreas pequeñas y dispersas que pueden soportar el cultivo o el pastoreo continuo si se observan las medidas de conservación de suelos. La mayor parte de este área está severamente erosionada.

Aguas

El rendimiento anual calculado para los ríos más importantes de las Montañas de Luquillo es de 280.000 acre-pies.* La pérdida de agua debido a evaporación y transpiración se calcula en no más del 15 por ciento de la precipitación, basado en los estudios hechos en la parte superior del valle de Hicaco (56). La utilización plena de todo ese volumen de agua es imposible debido a las amplias fluctuaciones del caudal. En el valle de Hicaco cerca del 15 por ciento de la salida de agua de los torrentes es en caudales máximos (56). En las montañas en conjunto esta cifra es

* Un acre-pie equivale a 1.233,49 metros cúbicos.

alrededor de 50 por ciento. Estudios por espacio de tres años hechos en el río Hicaco demuestran que los caudales máximos llegan a ser en ocasiones 400 veces mayores de lo normal y pueden aumentar en un 2.500 por ciento en 2 ó 3 horas. La utilización de todo este volumen de agua requiere mayores facilidades de almacenaje, cuya construcción no se considera práctica en el presente.

Las Montañas de Luquillo suplen agua para el consumo doméstico en las ciudades de Naguabo, Ceiba, Fajardo, Luquillo, Río Grande, Canóvanas y Juncos, con una población global de alrededor de 25.000 y para consumo rural de por lo menos ese mismo número de personas. El área municipal de San Juan con una población de más de 400.000 personas pronto utilizará el río Grande de Loíza como fuente de abastecimiento de agua para consumo doméstico. Parte del caudal de ese río se origina en las Montañas de Luquillo. La población rural de la zona montañosa, que se ha calculado en unas 9.000 personas (45), depende también de fuentes locales para suministro de agua. Se ha calculado que la demanda total para consumo doméstico es de 1.565.000.000 galones al año o sea 4.800 acre-pies.

El problema de la conservación del agua estriba en gran parte en restringir su flujo al mar, factor éste que impide su utilización. El hecho de conservar la vegetación arbórea en la parte superior de las Montañas de Luquillo ha ejercido influencia favorable en conservarle al suelo una elevada capacidad de infiltración. El agua que penetra a los depósitos del suelo reaparece en la superficie en forma de manantiales constantes y claros, de elevada utilidad. Se han construído depósitos de reserva como parte de todos los sistemas hidrológicos municipales en el área. Se planea aumentar en unos 11.445 acre-pies adicionales la capacidad de almacenaje en los embalses de producción hidroeléctrica.

Vida Vegetal

En las Montañas de Luquillo encontramos cuatro zonas de diferente productividad, a saber:

1. Faldas de colinas y las laderas de menos de 666 metros de elevación, con suelos profundos. La precipitación anual de 178 a 254 centímetros. La temperatura media es mayor de 23°C. Los suelos son de moderadamente drenados a bien drenados. Superficie 13.600 hectáreas o sea el 70 por ciento de la superficie total del área montañosa.
2. Valles y laderas graduales a elevaciones de más de 666 metros. Precipitación anual entre 254 y 457 centímetros. Temperatura media menor de 24°C. Suelos profundos y mal drenados. Más común en la vertiente occidental de las montañas. Superficie: 2.040 hectáreas o sea el 17 por ciento del área montañosa.
3. Laderas inclinadas y arroyos sobre los 500 metros de elevación, con suelos por lo general someros. Precipitación anual de 229 centímetros o más. Son más comunes en la vertiente oriental de las montañas. Superficie: 2.040 hectáreas o sea el 11 por ciento del área montañosa.
4. Picos aislados y crestas altas más arriba de los 833 pies de elevación y sujetos a exposición extrema. Más relacionados con la topografía que con la elevación o el suelo. Precipitación anual de 381 centímetros o más. Vientos con velocidad de 96 kilómetros por hora son frecuentes en esta zona. Area: 400 hectáreas o sea el 2 por ciento de la superficie total del área montañosa.

Ciertas transiciones en la vegetación de las Montañas de Luquillo parecen estar más directamente relacionadas con la elevación ya que trascienden las diferencias debidas a variaciones locales, a pesar de que la elevación en sí parece ser de menor importancia en la diferenciación del medio estacional. Según aumenta la elevación desde 130 hasta 1.833 metros sobre el nivel del mar, la altura del dosel y el incremento van disminuyendo y el ahusamiento en altura y el número de ramas leñosas van aumentando.

El bosque climácico es diferente en cada una de estas zonas. Las pequeñas reliquias de

la vegetación primaria que aún existen son indicio del tipo de bosque que había en esas zonas. Aquí se ha hecho un esfuerzo por describir en detalle las características del bosque primitivo porque la vegetación climácica es una expresión de las condiciones edáficas y climáticas más importantes y sirve por lo tanto como guía para determinar los diferentes usos de la tierra, la productividad forestal potencial y los métodos de ordenación forestal.

Bosques de los Suelos Profundos en las Faldas de Colinas y en las Laderas Inferiores

El bosque de las faldas de colinas y de las laderas inferiores que ha sido descrito en detalle por Beard (7) como "bosque pedemontano pluvial" y que ha sido clasificado por Holdridge (32) como "bosque tropical húmedo" se encuentra en otras islas tales como San Kitts, Monserrate, Guadalupe, Dominica, Martinica, Santa Lucía, San Vicente y Grenada (6, 9, 11, 20). De aquí en adelante nos referiremos a él como "tipo tabonuco" debido a la dominancia del árbol conocido localmente bajo el nombre de tabonuco (*Dacryodes excelsa* (Vahl). Es un bosque espléndido (véase la fig. num. 3). Varía considerablemente pero su desarrollo óptimo lo logra en crestas bajas, protegidas y bien drenadas. Aquí, debido probablemente al mejor drenaje y mayor cantidad de nutrimientos, los rodales se tornan más densos y el diseminado tolera más la sombra que el bosque que bordea los arroyos adyacentes.

Este bosque contiene tres estratos diferentes y es típicamente muy denso, por lo cual poca luz directa penetra hasta el suelo. El estrato más alto es discontinuo, consta de árboles aislados o grupos de árboles que se proyectan sobre el nivel general del dosel hasta alcanzar alturas de 33 metros o posiblemente hasta 40 metros. El segundo estrato forma un dosel continuo a una altura de 20 hasta 23 metros. El tercer estrato tiene un altura de 3 a 10 metros. Los arbustos y herbáceas carecen de importancia. Muchos de los árboles más grandes desarrollan raíces fulcro. Los diámetros llegan hasta 2 metros. En un sitio de prueba de 4 hectáreas en bosque virgen el número total de árboles por hectárea era de 105 con d.a.p. de más de 10 centímetros y entre ellos 63 árboles alcanzaban un d.a.p. de más de 30 centímetros. El volumen promedio de la madera en pie es de cerca de 280 metros por hectárea, en árboles de 5 centímetros o más de diámetro. En 1918 calcularon que los mejores rodales del valle de Mameyes en el lado norte contenían de 70 a 112 metros cúbicos por hectárea (17). En esta zona había hectáreas individuales que contenían de 280 a 490 metros cúbicos por acre. En una determinación efectuada en 152 hectáreas de bosque climácico en la vertiente nordeste se obtuvo un volumen en pie de 87 metros cúbicos por hectárea. En el estrato emergente sólo 10 especies arbóreas eran caducifolias y en el segundo estrato sólo 3. El tamaño típico de las hojas era el mesófilo (de acuerdo con el esquema de Raunkiaer) (46). Los troncos por lo general estaban desprovistos de ramas hasta más de la mitad de la altura total del árbol. La corteza de los árboles es generalmente fina y suave. Abundan las enredadoras leñosas, las epifitas y los helechos arborescentes. El suelo está cubierto de hojarasca fresca pero no hay gran acumulación de materia orgánica sin descomponer.

La composición de este bosque es muy compleja. Cada estrato arbóreo está compuesto de especies diferentes. En las Montañas de Luquillo se han recolectado 168 especies arbóreas en este tipo de bosque. En un cuartel de ensayo de 4 hectáreas en rodal virgen el número promedio de especies arbóreas por hectárea era de 13 y en las 4 hectáreas el promedio era de 29. En la tabla número 1 aparece la representación arbórea por especie y diámetro en las 4 hectáreas de bosque denso.

Las especies más prominentes en este tipo, según lo indica su densidad, frecuencia y dominancia (Cottam) eran: *Dacryodes excelsa* Vahl., *Didymopanax morototoni* (Aubl.) Dcne. y *Sloanea berteriana* Choisy. La primera y la última de estas especies son mucho más importantes en este tipo que en ningún otro por lo

tanto pueden catalogarse como especies indicadoras para este tipo.

Bosques de los Valles Superiores y de las Laderas Graduales

Los bosques de esta zona, que fué descrita por Beard (8) como "bosquete montano" y clasificada por Holdridge (31) como "bosque pluvial subtropical" hemos de designarla de aquí en adelante como "tipo colorado" porque la especie más prominente es palo colorado (*Cyrilla racemiflora* L.). Esta formación forestal se encuentra también en Jamaica, Santo Domingo, Cuba, San Kitts, Nevias, Monserrate, Guadalupe, Dominica, Martinica, Santa Lucía, San Vicente y Grenada (6, 9, 11, 20, 49, 51). El bosque, a juzgar por las reliquias existentes en rodales vírgenes, es inferior al tipo tabonuco en todos los respectos (véase la fig. 4).

El bosque tipo colorado contiene dos estratos arbóreos, no muy bien definidos. El estrato de copa, que es el estrato superior es bastante uniforme y nunca pasa de 17 metros de altura. El segundo estrato tiene de 2 a 7 metros de altura. Los rodales son relativamente abiertos, excepto en hondo-

Tabla 1.— **Representación de especies y clases diamétricas en cuatro hectáreas de bosque virgen tipo tabonuco**

ESPECIE	Número de árboles por d.a.p. en centímetros				
	10-15	20-25	26-46	+50	Total
Dacryodes excelsa Vahl.	116	53	76	63	308
Euterpe globosa Gaertn.	991	25			1.016
Cecropia peltata L.	214	80	37	6	337
Micropholis garcinifolia Pierre	74	60	43	4	181
Sloanea berteriana Choisy	87	16	21	8	132
Cyrilla racemiflora L.	4	9	11	16	40
Magnolia splendens Urban	6	5	7	15	33
Inga laurina (Sw.) Willd.	39	20	11	2	72
Inga vera Willd.	23	18	12	2	55
Didymopanax morototoni (Aubl.) Dcne.	33	24	10	1	68
Calycogonium squamulosum Cogn.	62	26	8		96
Croton poecilanthus Urban	83	14	4		101
Alchornea latifolia Sw.	31	10	5	3	49
Alchorneopsis portoricensis Urban	22	9	11		42
Micropholis chrysophylloides Pierre	12	8	4	1	25
Ocotea spathulata Mez	14	8	6		28
Manilkara nitida (Sesse & Moc.) Dubard	35	5	1	1	42
Guarea trichiliodes L.	20	7	2	1	30
Eugenia stahlii (Liaersk) Krug & Urban	11	12	4		27
Matayba domingensis (DC.) Radlk.	26	8	2		36
Sapium laurocerasus Desf.	26	10	1		37
Homalium racemosum Jacq.	5	1		2	8
Ormosia krugii Urban	6		2	1	9
Meliosma herberti Rolfe	7	6	2		15
Buchenavia capitata (Vahl.) Eichl.	2	2	1	1	6
Hufelandia pendula (Sw.) Nees	2	1	1	1	5
Linociera domingensis (Lam.) Knobl.	9	6	1		16
Andira jamaicensis (W. Wright) Urban	9	2	1		12
Tabebuia pallida Miers	17	1			18
Cordia borinquensis Urban	19				19
Citharexylum fruticosum L.	9	2			11
Tetragastris balsamifera (Sw.) Kuntze	6	3			9
Drypetes glauca Vahl.	9	1			10
Ocotea moschata (Pavon.) Mez.	4				4
Otras 31 especies	193	35	12	3	243
TOTALES	2.226	487	296	131	3.140

nadas protegidas. Normalmente los diámetros de los árboles alcanzan hasta 75 centímetros y una especie llega hasta 254 centímetros. Todos los árboles son perennifolios y las hojas son micrófilas y típicamente gruesas y coriáceas. El número de árboles de 10 centímetros de d.a.p. o más es de 114 por hectárea (basándose en medidas efectuadas en 40 cuarteles de 0,1 hectáreas) el número de árboles de 30 centímetros o más es de 29. El volumen promedio de madera en pie es probablemente alrededor de 210 metros cúbicos por hectárea en árboles de 5 centímetros o más de diámetro. Según una determinación efectuada en 1937 en 6.440 hectáreas de bosque tipo colorado, en su mayor parte climácico, se obtuvo un volumen promedio de 14 metros cúbicos de madera aserrable por hectárea. Las raíces fulcro y las trepadoras son menos comunes que en el tipo tabonuco. Los troncos son típicamente cortos y mal formados. Muchos troncos viejos se ven inclinados ladera abajo. Las copas nacen de bastante abajo y consisten de ramas pesadas. Abundan las ramas muertas. El suelo generalmente está cubierto de hojas y en algunos sitios está cubierto de una espesa capa de materia orgánica. El musgo *Sphagnum* crece en sitios húmedos. En muchas de las laderas el suelo está cubierto por una red maciza de raíces de árboles. En los claros pueden verse numerosas yerbas, juncos y bambúes pequeños.

El bosque de tipo colorado contiene un número mucho menor de especies diferentes que el tipo tabonuco lo cual es indicio de un ambiente más adverso. En este tipo se encontraron 53 especies arbóreas diferentes. El número promedio de especies por cada 0,4 hectáreas era de 23 y en 4 hectáreas el promedio era de 51. En la Tabla número 2 aparece la representación de especies arbóreas según diámetro, en 4 hectáreas de bosque denso de este tipo.

Las especies más prominentes en este tipo forestal según determinado a base de densidad, frecuencia y dominancia (Cottam) son: *Cyrilla racemiflora* L., *Micropholis garcinifolia* Pierre y *Calycogonium squamulosum* Cogn. Por abundar más en este tipo que en ningún otro las siguientes cuatro especies pueden considerarse como indicadoras: *Cyrilla racemiflora* L., *Ocotea spathulata* Mez. *Micropholis garcinifolia* Pierre y M. *chrysophilloides* Pierre. Algunas especies arbóreas del tipo tabonuco se encuentran aquí en sitios favorables donde el microambiente aparentemente es similar al del tipo tabonuco.

No es obvia la explicación de la pobreza de este bosque que recibe precipitación abundante y que tiene una temperatura favorable, sin embargo, esa misma condición se observa en alturas similares en muchas áreas tropicales en Brasil (37), Jamaica (51), Indias Orientales (50), Filipinas (15) e isla de Mauricio (54). Sin lugar a dudas la humedad del suelo juega un papel importante. En un artículo reciente publicado en esta revista se discute en más detalle la influencia de este factor (57). McLean (37) atribuye la xeromorfia de un bosque similar, situado a 500 metros de elevación cerca de Río de Janeiro, a la excesivamente grande capacidad teórica de difusión comparada con la transpiración habitual y al limitado xilema de los pecíolos que es inadecuado para transportar agua, la que no sobrepasa de una pequeña fracción de la evaporación total posible por los estomas, lo cual significa que es restringida la fuente de agua proveniente de la raíz. Shreve (51) llegó a la conclusión de que el crecimiento lento en bosques similares en Jamaica pudiera deberse en parte al bajo compás de transpiración (mucho menor que en el caso de plantas desérticas) por unidad de superficie foliar, a las condiciones adversas para la fotosíntesis (nebulosidad y neblina) y a la temperatura baja. Según su aseveración considera las condiciones de crecimiento en este tipo tan adversas como muchas de las regiones extremadamente áridas.

Bosques de Laderas Inclinadas y de Arroyos más Arriba de 500 Metros de Elevación

El bosque de ese medio estacional es del tipo denominado "palmar montano" por Beard (7), debido a que en él abunda la pal-

Tabla 2.— **Representación de especies y clases diamétricas en cuatro hectáreas de bosque que virgen tipo colorado**

ESPECIE	Número de árboles por d.a.p. en centímetros				
	10-15	20-25	30-46	+50	Total
Cyrilla racemiflora L.	29	22	43	82	176
Micropholis garcinifolia Pierre	228	120	111	15	474
Calycogonium squamulosum Cogn,	239	122	81	3	445
Euterpe globosa Gaertn.	873	12			885
Micropholis chrysophylloides Pierre	165	79	51	4	299
Cecropia peltata L.	47	12	9		68
Magnolia splendens Urban	22	7	6	11	46
Croton poecilanthus Urban	210	36	3		249
Ocotea spathulata Mez	62	33	17	1	113
Tabebuia rigida Urban	27	10	13		50
Dacryodes excelsa Vahl.	7	7	10	2	26
Ilex nitida (Vahl) Maxim.	29	6	10	1	46
Inga laurina (Sw.) Willd	18	2	8		28
Sapium laurocerasus Desf.	13	7	4	1	25
Sloanea berteriana Choisy	14	5	3		22
Matayba domingensis (DC.) Radlk.	22	5	2		29
Eugenia stahlii (Liaersk) Krug & Urban	7	10	2		19
Homalium racemosum Jacq.	4		5		9
Linociera domingensis (Lam.) Knobl.	11	4	3		18
Didymopanax morototoni (Aubl.) Dcne.	9	7	2		18
Cordia borinquensis Urban	39	1			40
Ocotea moschata (Pavon.) Mez.	2	1	1	1	5
Alchornea latifolia Sw.	19	4			23
Hirtella rugosa Pers.	14		1		15
Ditta myricoides Griseb.	17	2			19
Ficus laevigata Vahl	5	3	1		9
Ficus sintenisii Warb	7	1			8
Otras 30 especies	159	30	22	1	212
TOTALES	2.298	548	408	122	3,376

ma de sierra (*Euterpe globosa* Geartn.). En adelante nos referiremos a él con la denominación de "tipo palmar". Alcanza este tipo una altura máxima de unos 17 metros y sólo tiene un estrato arbóreo claramente definido. El diámetro de los árboles es por lo regular pequeño y el de las palmas fluctúa entre 15 y 20 centímetros. Hay pocas trepadoras y epifitas. El estrato herbáceo es por lo regular escaso. El suelo usualmente rocoso está o desnudo o cubierto de musgo. En la Tabla número 3 aparecen los datos de un rodal a base de 37 cuarteles de prueba de 0,1 hectáreas en bosque probablemente climácico. En la tabla puede verse que abunda el número de árboles de 15 cm. de diámetro, los cuales son en su mayoría palmas.

Tabla 3.—**Arboles por hectárea en bosque virgen, tipo palmar**

Diámetro a la altura del pecho	Número de árboles por hectárea
Cm.	
10 - 15	136,5
20 - 25	18,7
30 - 46	11,8
+50	27,2
Total	194,2

El tipo palmar está compuesto por una mezcla de árboles de los tipos tabonuco y colorado. Un estudio en 4 hectáreas de bosque virgen en cada uno de los tres grupos reveló que sólo siete especies: *Euterpe globosa* Gaertn., *Cecropia peltata* L., *Cordia borinquensis* Urban, *Croton poecilanthus* Urban, *Alchornea latifolia* Sw. y *Matayba domingensis* (DC.) Radlk. eran más abundantes en el tipo palmar que en cualquiera de los otros dos tipos. El número promedio de especies por hectárea es de 12 y en 4 hectáreas el promedio es de 25 especies por hectárea. Abunda un arbusto del género *Psychotria* y entre las herbáceas el género *Begonia*.

Las observaciones en Luquillo tienden a apoyar las conclusiones de Beard (10) de que la presencia del tipo palmar está más íntimamente relacionada con el grado de erosión que con otros factores. En laderas inclinadas y márgenes de ríos donde el movimiento del suelo es rápido y los deslizamientos son frecuentes y donde la superficie es rocosa, el componente más importante del bosque es casi invariablemente el tipo palmar. Las palmas no crecen rápidamente pero dominan en la sere inicial que sigue a los deslizamientos del terreno. Su densa sombra parece retardar la invasión de otras especies arbóreas. Sin embargo, en deslizamientos viejos y estabilizados es evidente la desaparición gradual de las palmas. Se observan pocas palmas jóvenes y las viejas tienen un aspecto enfermizo.

Bosque de los Picos y Crestería Altas

El bosque en ese medio estacional fué denominado "bosque enano" por Schimper (48) y aquí nos referiremos a él como "tipo enano". Se encuentra en todas las Indias Occidentales de carácter montañoso. La característica estructural sobresaliente en el tipo enano es la altura reducida de sus árboles (véase la fig. 6). En los picos más expuestos puede ser arbustivo y de sólo 0,66 metros de altura. En los puntos de transición con los tipos inferiores la altura de los árboles llega a 7 metros. Los árboles se ven abultados y ramosos, sus troncos son por rareza derechos hasta más de 2 metros y tienen copas achatadas. La superficie superior del dosel es de altura muy uniforme y comúnmente las ramas más altas están muertas. El viento ladea los troncos y las ramas a menudo crecen siguiendo la dirección del viento. Los árboles son todos perennifolios y las hojas son por lo general micrófilas y gruesas y se sitúan en su mayoría en las puntas de las ramas. Las hojas de algunas especies que se encuentran también en otros tipos forestales asumen aquí un tamaño menor. Existe un solo estrato arbóreo en este tipo forestal. Los árboles más grandes tienen alrededor de 30 centímetros de diámetro, y el diámetro promedio es de 5 a 10 centímetros. Abunda una trepadora, *Marcgravia* sp. y numerosas especies de epifitas. Los musgos son muy prominentes y llegan hasta a recubrir troncos, ramas y aún hasta las hojas. Las raíces generalmente forman una masa superficial y no escasean las raíces aéreas. Normalmente el bosque tiene poco sotobosque pero en los claros hay yerbas y juncos.

Desde el punto de vista de composición, el tipo enano puede considerarse como una subdivisión del tipo colorado. No hay especies arbóreas que estén confinadas a este tipo. El número de especies diferentes es menor, indicio que evidencia lo adverso de este ambiente expuesto. Las especies sobresalientes en el tipo enano son: *Ocotea spathulata Mez, Eugenia borinquensis* Britton, *Tabebuia rigida* Urban, *Micropholis garcinifolia* Pierre, *Calycogonium squamulosum* Cogn., *Clusia krugiana* Urban y *Euterpe globosa* Gaertn. *Henitelia* es un helecho arborescente común, así como el arbusto *Psychotria*. Algo sorprendente es la ausencia por lo general de *Cyrilla racemiflora L.* que generalmente es tan común en los tipos más inferiores.

Diseminación, Crecimiento y Mortalidad

El diseminado es bastante abundante a través del bosque. No en todos sitios es buena o está bien distribuída la representación de las especies consideradas entre las mejo-

res pero en la mayoría de los claros crecen vardazcos de especies bastante buenas . En un análisis de 691 cuarteles de 0,1 hectáreas en el tipo tabonuco se determinó un total de 33 árboles por hectárea en la clase diamétrica de 10 cm., de los cuales 14 eran de especies bastante buenas. Entre éstas se encontraban en orden descendente según su abundancia: *Tabebuia pallida* Miers., *Inga laurina* (Sw.) Willd., *Dacryodes excelsa* Vahl, *Didymopanax morototoni* (Aubl.) Dcne., *Andira jamaicensis* (W. Wright) Urban, *Alchornea latifolia* Sw., *Sloanea berteriana* Choisy, *Guarea trichilioides* L., *Linociera domingensis* (Lamb) Knobl., *Manilkara nitida* (Sessé & Moc.) Dubard, *Matayba domingensis* (DC.) Radlk. *Homalium racemosum* Jacq. y *Ocotea leucoxylon* (Sw.) Mez. En el tipo colorado los datos obtenidos de 174 cuarteles de prueba indicaron 76 árboles en la categoría diamétrica de 10 cm. y de éstos 35 eran de calidad regular. Algunos de ellos eran: *Micropholis garcinifolia* Pierre, *Calycogonium squamulosum* Cogn., *Micropholis chrysophylloides* Pierre, *Ocotea spathulata* Mez., *Cyrilla racemiflora* L., *Matayba domingensis* (LC.) Radlk. y *Magnolia splendens* Urban.

En el bosque climácico los árboles crecen con lentitud. En la tabla número 4 aparecen los registros de cinco años relativos al crecimiento en cuatro cuarteles de 0,4 hectáreas en rodales climácicos. Esta tabla incluye solamente los árboles que alcanzan una altura grande y un diámetro entre 5 y 50 centímetros. En el tipo tabonuco los árboles dominantes están creciendo más lentamente que los codominantes, debido aparentemente a que son de más edad.

Tabla 4.—**Crecimiento en diámetro en el bosque climácico**

Clase según la copa	Crecimiento anual promedio en diámetro			
	Tipo tabonuco		Tipo colorado	
	Número de árboles	Cm.	Número de arboles	Cm.
Dominante	27	0,25	123	0,13
Codominante	64	0,35	212	0,13
Intermedio	204	0,33	567	0,10
Dominado	339	0,13	952	0,08

Un segundo análisis por clases diamétricas de estos datos de crecimiento hace posible calcular la edad de los árboles de cualquier tamaño en el bosque climácico, usando el compás de crecimiento como índice del número de años requerido para pasar de una clase diamétrica a otra. Por este método se encontró que un árbol de 30,5 cm. de diámetro tiene alrededor de 160 años en el tipo tabonuco y 230 años en el tipo colorado. Este crecimiento lento aparentemente es característico de los bosques climácicos tropicales en todo el mundo. Hay descripciones de condiciones similares en India (28), Africa (36) y Filipinas (15, 16).

También la palma de sierra crece lentamente. El compás de crecimiento en altura de 92 palmas del sotobosque ha sido a razón de 0,13 metros anuales durante los últimos 5 años. El espaciamiento de las cicatrices foliares en palmas más grandes y más expuestas indica que su compás de crecimiento es más o menos el mismo.

No se sabe casi nada sobre los factores naturales que contribuyen a la mortalidad de árboles en el bosque. Una causa obvia es el efecto de los huracanes. Sin embargo, no existen informes confiables que indiquen la magnitud del daño que éstos ocasionan. El último huracán azotó la isla hace 19 años. Aparentemente la mayoría de los árboles que han sufrido a manos de los huracanes ya sean desarraigados o partidos retoñan y siguen viviendo indefinidamente. Hay alguna evidencia de ataques de insectos o enfermedades pero evidentemente las epidemias son una rareza. El bosque es de índole tan mixta que no hay suficiente material hospedero para determiar parásitos específicos. La función de insectos y enfermedades como factores de mortandad parece ser en gran parte indirecta, en forma de debilitamiento de árboles individuales que perecen en la lucha por sobrevivir.

Utilización de la Vegetación en el Pasado

Las Montañas de Luquillo es una de las áreas grandes menos perturbadas de la isla

debido a lo inasequible de sus laderas más altas. Unas 4.000 hectáreas en la parte central de las montañas nunca han sido concedidas como propiedad privada. El obstáculo primordial en la explotación de los bosques de las Montañas de Luquillo eran las dificultades de transportación. Para 1905 los caminos a través de las montañas eran sólo senderos poco usados y malos de discernir (30). A pesar de que los terratenientes se servían de los bosques públicos las dificultades de transportación controlaban parcialmente la depredación (2). Subsiguientemente se construyeron caminos de carros de bueyes casi a través de todo el bosque de tipo tabonuco de propiedad privada de la vertiente norte.

La roturación para proceder al cultivo agrícola fué efectuada gradualmente. El mapa de 1903 muestra una faja de bosque situada fuera de los terrenos públicos, a lo largo de toda la frontera norte. En 1922 Bruner (18) calculó que unas 4.000 hectáreas fuera de los confines de los terrenos de la Corona quedaban aún cubiertos de bosques. Para esa fecha había evidentemente un total de alrededor de 8.000 hectáreas de bosques. Dicha área no ha disminuído desde esa fecha.

Por lo general la corta de madera en las Montañas de Luquillo ha sido selectiva ya que las especies más deseadas sólo constituyen una fracción muy pequeña del rodal. Una corta de esa naturaleza puede tener poco efecto visible sobre el bosque de manera que la única huella restante que indique su magnitud son los senderos viejos, los tocones y algunos informes antiguos. No había necesidad de caminos anchos y permanentes que no fueran para la extracción de madera a través de las montañas ya que los viajes resultaban más fáciles alrededor de la cadena de montañas. La localización y extensión de los caminos de arrastre indican que probablemente se extrajeron los mejores árboles de la mayor parte del bosque, incluyendo el que estaba comprendido en tierras de la Corona. En 1899 Hill (31) calculó que sólo quedaban en las montañas 21 kilómetros cuadrados de bosque virgen. En 1923 Britton (1) informó que sólo en la parte superior del valle de Mameyes podía encontrarse algún bosque privado que hubiese sido reservado por su dueño.

Durante el presente siglo no se vendió madera en pie en los terrenos públicos hasta 1932, pero los árboles dañados por el huracán del 1928 fueron otorgados gratuitamente. Desde fecha hasta el 1 de julio de 1951 se vendieron o regalaron por medio de permisos 305.000 metros cúbicos de madera incluyendo aserrada, postes y leña, valorados en $156.000. Ese material, que puede desglosarse en 11 porciento de madera aserrada, 6 por ciento de espeques y 83 por ciento de leña, se obtuvo todo de unas 2.120 hectáreas de las partes más asequibles del bosque.

Conservación de la Vegetación

El primer paso en la conservación de los recursos vegetales de las Montañas de Luquillo fué la reserva de tierras de la Corona en el decenio de 1870. Se empleó un guarda pero la protección no era efectiva. En el tratado de París de 1899 todas las tierras de la Corona fueron otorgadas al gobierno federal de los Estados Unidos. En 1903 el presidente Teodoro Roosevelt acotó las tierras que no habían sido enajenadas en una extensión bruta de 26.380 hectáreas, bajo la designación de Reserva Forestal de Luquillo y bajo la administración del "Federal Bureau of Forestry". A pesar de estos comienzos bajo el gobierno norteamericano no fué hasta unos 15 años más tarde que se le asignaron fondos a ser dedicados a la dasonomía en Puerto Rico. Según estudio efectuado en 1916 el bosque público tenía una superficie de 4.970 hectáreas. A requerimiento del gobernador de Puerto Rico el 1 de julio de 1917 se nombró un supervisor forestal federal y en enero de 1918 se emplearon dos guardas. Desde 1935 se han construído cuatro cuarteles para guardas, 100 kilómetros de carretera y 80 kilómetros de caminos para proteger y administrar el bosque.

No fué hasta años recientes que se emprendió la mejora organizada de las tierras forestales públicas de las montañas. De 1935 a 1939 se llevó a cabo la mejora selvicultu-

ral de un pequeño predio de bosque público. Algunos de los terrenos de las Montañas de Luquillo que una vez estaban desforestados están otra vez cubiertos de vegetación arbórea. De un total de 12.800 hectáreas taladas (según cálculos), sólo 8.000 hectáreas están aún sin reforestar. Desde 1931 unas 3.520 hectáreas se han repoblado naturalmente como resultado de la protección ofrecida y 1.280 hectáreas han sido reforestadas artificialmente.

Hoy día los recursos forestales de las Montañas de Luquillo se limitan a 11.480 hectáreas (o sea alrededor del 60 por ciento del área total), de las cuales 1.720 hectáreas son de propiedad privada y unas 2.240 hectáreas inferiores y muy remotas se cree que están aún vírgenes. El bosque restante es muy ralo. Un estudio reciente demostró que las existencias de las áreas más asequibles del bosque público eran de 126 metros cúbicos por hectárea en el tipo tabonuco y 182 metros cúbicos por hectárea en el tipo colorado. Esto es solamente un poco más de una tercera parte del volumen primitivo calculado. Sólo cerca del 5 por ciento del volumen actual está constituído por madera aserrable de las mejores especies. Un 70 por ciento sirve principalmente para leña.

Fauna

La fauna vertebrada de las Montañas de Luquillo está constituída principalmente por las aves. El pájaro más interesante es la cotorra nativa (*Amazona vittata*), endémica de estas montañas. Es de colores vistosos, verde, azul y rojo y tiene 25 centímetros de largo. Otro pájaro raro que se encuentra solamente en estas montañas es el cuervo nativo (*Corvus leucognaphalus*). Otros pájaros de interés son: el múcaro (*Gymnasio nudipes nudipes*), varios falcones, palomas turcas (*Columba squamosa*), perdices (*Oreopeleia montana*), carrao (*Aramas pictus elucus*) y la llorosa (*Nesospingus speculiferus*).

En el bosque hay infinidad de lagartos, uno de los cuales tiene 38 centímetros de largo y es de color verde obscuro. Las ranas de árbol (*Eleutherodactylus portoricensis*) abundan y son muy alborotosas de noche. Las serpientes son raras pero una especie de boa (*Epicratus inornatus*) crece hasta 2,9 metros de largo. En los ríos hay varias especies de peces pequeños y una especie de camarón. Abundan los insectos.

Las especies valiosas de la fauna de las Montañas de Luquillo han disminuído. La desforestación y la caza han reducido el número de pájaros, en especial las cotorras, palomas y palomas rastreras. Los pajaritos de los nidales de la cotorra los cogen para enjaular, a pesar de que en 1937 se calculaba que sólo quedaban 2.000 cotorras adultas. Los pescadores pescan los camarones (en pequeña escala) para consumo local. La protección de la vida silvestre es hoy día más efectiva que en el pasado. Por ley insular desde 1946 toda el área de bosque público ha sido un refugio de la vida silvestre.

Minerales

La región de las Montañas de Luquillo parece haber sido una de las áreas minerales más ricas de la isla. Se ha encontrado oro en las arenas de los ríos más grandes (25, 29). No se ha encontrado nunca ningún filón matriz. El oro por lo general, se encuentra en forma de polvo fino o de escamas, pero una vez se encontró un pedazo de 4 onzas (44). Antiguamente en la parte superior del valle de Mameyes se obtenían 10 gramos de oro por tonelada de lavado (29).

En las vertientes del sur se ha encontrado un criadero de cobre de buena calidad (35). Este criadero, que llega hasta una profundidad de 27 metros es carbonato verde, con un 23 por ciento de cobre. Debajo hay cobre ferrífero abigarrado y en algunos sitios sulfuro amarillo (44). Este sulfuro tiene hasta 38 por ciento de cobre y tiene un promedio de 12 por ciento en dos minas (26).

Un depósito considerable de un criadero de hierro está situado en el lado sur de las montañas, cerca del río Gurado. Una muestra tomada de la mina Esperanza dió un contenido de Fe_2O_3 de 73 por ciento, FeO de 18 por ciento y 65 por ciento de hierro metálico (41). Este depósito se calcula que contiene 3.500.000 toneladas de hierro metálico.

En la vertiente sur (3) se han encontrado pequeños depósitos de muchos otros minerales incluyendo espato calcáreo, espato perla, yeso fibroso y malaquita. En los ríos se ha encontrado un poco de plata junto con el oro.

Durante cuatro siglos la minería era la única actividad que se llevaba a cabo en la parte central de las montañas. Poco después de la colonización empezó la explotación de las arenas auríferas de los ríos Sabana, Fajardo, Mameyes, Grande y Espíritu Santo. Un informe de 1596 (22) se refiere a los depósitos de oro de Luquillo como aún ricos para esa fecha. La mayor parte del oro lo extraían individualmente. Los depósitos estaban particularmente adaptados al trabajo en los cauces de arroyos pequeños durante o inmediatamente después de aguaceros grandes y extracción de las capas de barro arenoso de las faldas de las laderas (33).

Se hicieron esfuerzos por organizar la extracción de oro en gran escala. En 1842 se organizó una compañía para la explotación del oro de Luquillo pero a pesar del hecho de que la mano de obra la hacían los esclavos, la empresa aparentemente fracasó (24). En 1870 una compañía francesa obtuvo del gobierno español permiso para sacar oro de los ríos de Luquillo (25). En un tiempo habían empleadas hasta cien personas (29) pero el proyecto fué abandonado pronto. De acuerdo con un informe se hicieron excavaciones profundas en la parte superior del valle de Mameyes y se obtenían diariamente hasta dos libras de oro fino (44). Al terminar el siglo habían dos lavaderos activos registrados que comprendían unas 63 hectáreas y situados ambos en el río Mameyes. Cientos de individuos lavaban oro cuando no había otro trabajo y hacían de 25 a 30 centavos al día (30). En 1915 aún se extraía oro del río Sabana (12). En 1946 se formó una corporación para explotar los depósitos aluviales pero se disgregó cuando las pruebas de la parte inferior del río Mameyes indicaron rendimientos inadecuados. Hoy día no se extrae oro.

Por lo menos cinco minas de cobre se han establecido en la vertiente sur de las montañas. Estas comprenden un total de más de 480 hectáreas. En una mina se trabajó hasta que fué destruída por el temporal de San Ciriaco (1899). Un factor que afectaba adversamente a estas minas era, aparentemente, las dificultades en la transportación (43).

El hierro que se encuentra en las montañas nunca ha sido explotado. Sin embargo, una vez había registradas 9 denuncias mineras, que comprendían más de 440 hectáreas cerca del límite sur del área. Algunas de éstas estaban probablemente en las faldas de colinas separadas del macizo montañoso central.

En la última parte del siglo 19 se habían hecho concesiones para extraer plata de los ríos Espíritu Santo y Blanco (19) y en 1900 para extraer cerca de Naguabo, Fajardo y Las Piedras. Sin embargo, no existe evidencia de que se extrajera otra plata que no fuera la que se obtenía al extraer el oro.

LA COMUNIDAD CIRCUNDANTE Y SUS RECURSOS

Las Montañas de Luquillo constituyen cerca del 2 por ciento de la superficie total de Puerto Rico, isla que tiene una extensión total de 876.000 hectáreas. Por lo menos la mitad del resto de la isla es montañosa, con origen geológico similar al de las Montañas de Luquillo. Sin embargo, existe una diferencia primordial en cuanto a clima ya que todo el resto de la isla es considerablemente menos lluvioso y parte del resto de la isla es más caluroso que las Montañas de Luquillo. En otras zonas de la isla el suelo es más productivo en cosechas agrícolas. Sin embargo, en otros sitios los bosques han desaparecido casi ya que en toda la isla restan sólo 48.000 hectáreas de bosque, o sea, sólo cerca del 5 por ciento de la superficie total de la isla.

Puerto Rico tiene una población de aproximadamente 2.220.000, (o sea alrededor de 247 personas por kilómetro cuadrado) y ésta aumenta rápidamente. Cerca del 60 por ciento de la población vive en el campo. En años recientes la migración hacia las ciudades ha aumentado pero aún sigue creciendo la po-

blación rural. El área de las montañas de Luquillo es la menos poblada de toda la isla. Se calcula que su población es de unas 9.000 personas, o sea 46 por kilómetro cuadrado.

Según los niveles de vida tropicales los puertorriqueños viven bien pero existe un número de condiciones de vida poco satisfactorias, particularmente en la zona rural. El empleo en actividades agrícolas es por temporadas en su mayor parte. Por lo menos el 80 por ciento de lo que perciben los campesinos se les va en las necesidades básicas de la vida o sea alimento, ropa y casa. El agua para uso doméstico a veces no es sana, aún en las ciudades más grandes. La dieta de la mayoría de la gente es inadecuada y mal balanceada. La diarrea, la enteritis, la tuberculosis y la pulmonía son enfermedades frecuentes.

Las condiciones de vida en las Montañas de Luquillo son comparables a aquellas de las zonas rurales más remotas y considerablemente peores que el promedio para la isla. Un estudio de 115 familias que vivían en los límites del Bosque Nacional en 1941 indicó que el período de instrucción de los jefes de familia era de sólo 1,6 años y el 50 por ciento eran analfabetas. El 30 por ciento de los niños no iba a las escuelas. El valor total de las cosechas agrícolas era de $35 al año. Menos de la mitad de las fincas tenían vacas. Comparando la dieta de la gente de la zona de Luquillo con el promedio general para la isla se encontró que comían más o menos el mismo volumen total pero más cereales, 55 por ciento más de féculas, sólo el 20 por ciento de los vegetales verdes, casi ninguna fruta, el doble del café, la mitad de la leche, más grasas y más carne (principalmente bacalao).

La industria principal de la isla es la agricultura. Hay más de 50.000 fincas. Las cosechas más importantes son la caña, el tabaco, el café y las piñas. La elaboración y preparado de los productos agrícolas es un renglón industrial importante, entre otros: la fabricación de dulces, alcohol y ron, preparación del café y tabaco y el enlatado de frutas y jugos. La industria local de la aguja siempre ha sido importante en la isla. En el presente se está atrayendo a la isla capital privado para encauzar un gran número de industrias nuevas, muchas de las cuales se basan en la elaboración de materia prima importada usando el obrero local y para luego exportar el producto elaborado.

En las Montañas de Luquillo la industria principal es el cultivo agrícola en la cual se utiliza el 40 por ciento del terreno. Los ingresos agrícolas por lo general están suplementados por trabajos tales como el corte de caña o en trabajos de construcciones públicas. La segunda industria importante es la cosecha y preparación de productos madereros y su transportación a la carretera. Entre ellos encontramos la madera, traviesas, yugos, postes, espeques, leña y carbón. Esta industria proveyó muchas jornadas de trabajo en los últimos cinco años.

El comercio marítimo es vital para Puerto Rico. La isla importa prácticamente todo lo que consume excepto la mitad de los comestibles y una pequeña cantidad de géneros producidos localmente. Los principales renglones de importación son comestibles, maquinaria, automóviles, algodón y derivados, madera y papel. Anualmente se importan 450.000 metros cúbicos de madera y sus derivados. Los principales renglones de exportación son: el azúcar y melao, el tabaco, las frutas y el ron.

A través de su pasado la mala ordenación de los recursos naturales ha sido una característica de Puerto Rico. La tierra adecuada al cultivo permanente es de sólo 240.000 hectáreas, sin embargo, más de 680.000 hectáreas han sido desforestadas y cultivadas una u otra vez hasta que el suelo arable se ha degradado o perdido por las fuerzas erosivas. Cerca del 50 por ciento de la extensión superficial de la isla está sujeta a una erosión laminar más o menos severa. Aún las prácticas de conservación de suelos más sencillas se aplican solamente a cerca de 24.000 hectáreas. En la pasada década han cortado los cafetales de una gran extensión y las laderas inclinadas han sido así expuestas a la erosión que apareja el cultivo de otras co-

sechas que no ofrecen la protección del arbusto cafetero. La sedimentación está llenando los embalses con tal rapidez que anularán su utilidad antes de terminarse este siglo. Puerto Rico tiene que hacer lo mejor que pueda con los pocos sitios que sirven para embalses para obtener energía eléctrica a bajo costo y utilizable en el desarrollo industrial proyectado. Las cuencas hidrográficas desforestadas reducen la productividad de los bajíos al contribuir tanto a las inundaciones como a la escasez periódica de agua.

Un resultado del uso inadecuado de los recursos es patente en la gran extensión de terrenos más o menos ociosos. Ciertos terrenos potencialmente valiosos para el cultivo agrícola están relegados a usos menos intensivos como el pastoreo o el bosque enmalezado debido a que no tienen ni es posible llevarles agua o porque en períodos lluviosos están sujetos a inundaciones. Otras áreas grandes, adecuadas al cultivo continuo (si se observan ciertas prácticas de conservación de suelos) han llegado ya más abajo del límite marginal debido a degradación por falta de prácticas de conservación. Estos suelos están por lo menos parcialmente ociosos mientras "descansan" o bien producen pastos y madera, ambos de inferior calidad. Más aún, ciertas áreas, por su inclinación o por la calidad de su suelo, que nunca han debido cultivarse agrícolamente, ni aún por temporadas, han llegado a tal deterioro que su productividad es muy baja y pobre hasta para el pastoreo o el bosque de buena calidad. El hecho de que las tierras en estas tres categorías sean usadas hoy día no debe obscurecer el hecho significativo de que por lo general su productividad actual es mucho menor que su productividad potencial. La gravedad de la escasez local de madera en Puerto Rico se refleja por lo menos en parte al comparar el consumo per capita en la isla que es de 1,17 metros cúbicos anuales con el consumo estadounidense que es de 1,96 metros cúbicos.

El uso inapropiado de los recursos es una parte del círculo de causa y efecto que incluye la pobreza, las viviendas inadecuadas, salubridad, educación y falta de responsabilidad social. No es ésta la única raíz de los problemas de Puerto Rico. Sin embargo, debe ser obvio que cualquier esfuerzo que en alguna forma pueda mejorar o aumentar la utilidad o productividad de los recursos de la isla podrá al mismo tiempo aliviar la solución de otros problemas.

Un paliativo, parcial al menos, de ese grado de inadecuada utilización de los recursos locales y del deseo de mejorar su ordenación ha sido el libre acceso a muchos productos de los Estados Unidos continentales. Sin embargo, la importación tiene dos desventajas inherentes: (1) el costo de transporte debe pagarlo la isla y (2) el comercio debe balancearse mediante exportaciones de igual valor en un mercado del exterior. La importación de materia prima frecuentemente envuelve el pago de fletes sobre mayor peso o bulto que el producto acabado. La importación de productos acabados le cuesta a la isla no sólo el valor de lo que paga por la transportación sino lo que pierde por concepto de mano de obra que no efectúan los numerosos brazos puertorriqueños. La importación de productos forestales que son pesados y abultados debe reducirse eventualmente según lo que puedan rendir localmente las tierras no aptas para cultivo agrícola. Ejemplos notables de este tipo de productos de poco valor y abultados son: espeques, traviesas, postes y leña. Aún el uso de combustibles de productos petrolíferos importados, en vez de leña producida localmente, puede que resulte menos económico en el futuro si el precio del petróleo sube.

Al considerar la futura fuente de subsistencia de Puerto Rico surge una conclusión ineludible: no importa cual fuere el destino político de la isla ni lo mucho que llegare a depender el desarrollo industrial de la materia prima importada — hasta donde puede predecirse actualmente, la demanda por recursos naturales nativos, cualquiera que fuere su forma, habría de continuar aumentando en el futuro.

(La literatura citada entre paréntesis aparece al final del texto en inglés)

Some Siliceous Timbers of British Guiana

G. L. Amos

Division of Forest Products
Commonwealth Scientific and Industrial
Research Organization, Australia

Introduction

The Division of Forest Products, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Australia, has been conducting a survey of the world's siliceous timbers as part of a wider project on inclusions in timber in general. Interest in siliceous timbers is partly due to the value of siliceous inclusions in timber identification and partly to the properties imparted to the wood by their presence, particularly the natural resistance shown by siliceous woods to attack by teredine borers and the difficulty in converting the logs owing to blunting of saws.

In the course of the survey, a parcel of 47 timbers was received through the courtesy of the Conservator of Forests, British Guiana. All of these timbers were reputed either (a) to have a dulling effect on saws, (b) to contain silica, and (c) to be resistant in some measure to marine borer. Twenty-three genera of nine families were represented, and all were subjected to microscopical and chemical examination for silica. The results, presented in Table 1, are, of course, not to be taken as absolute for the species; previous experience has shown that variation in silica content may be quite considerable.

Results

It will be observed from the table that the species can be divided into nonsiliceous, moderately siliceous and highly siliceous, the silica accumulating species belonging to four genera only. Some representatives of all four genera had previously been examined and found to be silica accumulating, but the British Guiana samples provided a wider range of species than had been available hitherto. The results indicate that these genera fit into the usual pattern, i. e. that silica accumulation, with a few exceptions, tends to be a generic as well as specific characteristic. Microscopically, silica deposition was noted to be of the more usual type, corpuscular aggregates occurring in the ray cells with lesser numbers in the vertical parenchyma in some species.

Van Iterson (6) commented on the marine borer resistance and silica content of *Eschweilera longipes* Miers (manbarklak). Frison (3) found 1.73 percent of silica in a sample he examined, and in these laboratories as much as 2,43 percent of silica (based on the oven dry weight of the wood) has been found in one specimen. The absence of silica in *Eschweilera holcogyne* Sandw. is atypical of the genus, and, if consistent, should provide a means of specific identification for this timber as against other species of the same genus. Although the specimen of *E. odora* (Poepp) Miers analyzed in this series yielded only 0.3 percent of silica, previous analyses suggest that about 2.0 percent is a better assessment of the silica content in this timber.

Licania species are known to be silica accumulators, thus samples of *L. latifolia* Benth. ex Hook. f. from Brazil and *L. macrophylla* Benth. from the Amazon Valley have yielded 0.4 and 1.8 percent of silica respectively. The series from British Guiana provides a more extensive survey of the genus, showing that the majority of species are silica accumulators. *L. utilis* (Hook. f.) Fritsch is exceptional in this feature, which may be useful as an identification characteristic. *L. incana* Aubl. often contains more silica than the tabulated figure suggests, and about 0.5 percent may be considered as more typical.

A wide range of *Parinari* species has been examined by several investigators. Thus

Table 1.—**Silica contents of British Guiana timbers* (Tenor en sílice de maderas de la Guayana Inglesa)**
(Silica content expressed as percent of oven-dry weight of wood)
(Contenido en sílice expresado como por ciento de la madera secada al horno)

Botanical name (Nombre botánico)	Vernacular name (Nombre vernacular)	SiO_2%
Group 1—Non-siliceous timbers (Grupo 1—Maderas no silíceas) (less than 0.05 percent, silica not visible microscopically) (menos de 0,05 por ciento de sílice, la cual no es visible al microscopio)		
BIGNONIACEAE		
Tabebuia capitata (Burr. and K. Schum.) Sandw.	Hakia	0.01
Tabebuia serratifolia (Vahl) Nicholson	Hakia	0.01
Tabebuia sp.	Washiba	0.01
CAESALPINIACEAE		
Hymenaea davissi Sandw.	Locust	0.02
Mora excelsa Benth.	Mora	0.01
Mora gonggrijpii (Kleinh.) Sandw.	Morabukea	0.01
Peltogyne venosa var. *densiflora* (Benth.) Amsh.	Purpleheart	0.02
Swartzia bannia Sand.	Banya	0.01
Swartzia leiocalycina Benth.	Wamara	0.01
EUPHORBIACEAE		
Hyeronima laxiflora Muell. Arg.	Suradan	0.01
LAURACEAE		
Licaria cayennensis	Wabaima	0.01
Ocotea rodiaei Mez.	Greenheart	0.01
LECYTHIDACEAE		
Eschweilera holcogyne Sandw.	Haudan	0.01
Lecythis davissi Sandw.	Monkey Pot	0.02
MORACEAE		
Brosimum paraense Huber	Dukaliballi	0.02
Piratinera guianensis Aubl.	Letterwood	0.02
PAPILIONACEAE		
Aldina insignis (Benth.) Endl.	Dukamaballi	0.03
Andira surinamensis Splitz.	Kararo	0.03
Clathrotropis brachypetala (Tul.) Kelinh.	Aromata	0.01
Clathrotropis macrocarpa Ducke	Aromata	0.01
Diplotropis purpurea Amsh.	Tatabu	0.00
Dipterys odorata Willd.	Tonka bean	0.01
Vatairea guianensis Aubl.	Arisauro	0.00

TABLE 1 (Continued)

Botanical name (Nombre botánico)	Vernacular name Nombre vernacular	SiO_2%
ROSACEAE		
Licania utilis (Hock.f.) Fritsch	Kauta	0.01
SAPINDACEAE		
Talisia squarrosa Radlk.	Moroballi	0.00
SAPOTACEAE		
Manilkara bidentata (A.DC.) Chev.	Balata	0.00
Group 2.—Moderately siliceous timbers (Maderas moderadamente silíceas) (0.05 - 0.5 percent) (0,05 a 0,5 por ciento)		
LECYTHIDACEAE		
Eschweilera confertiflora A.C. Smith	Wirimiri	0.13
Eschweilera corrugata (*Point.*) Miers	Wina kakaralli	0.17
Eschweilera decolorans Sandw.	Kakaralli	0.20
Eschweilera odora (Poepp.) Miers	Kakaralli	0.30
ROSACEAE		
Licania heteromorpha var. *perplexans* Sandw.	Kairiballi	0.21
Licania incana Aubl.	Iron Mary	0.05**
Licania laxiflora Fritsch.	Kauta	0.07
SAPOTACEAE		
Pouteria guianensis Aubl.	Asepoko	0.49
Group 3.—Highly siliceous timbers (Maderas altamente silíceas) (more than 0.5 percent (más de 0,5 por ciento)		
LECYTHIDACEAE		
Eschweilera subglandulosa (Steud.) Miers	Black kakaralli	1.31
ROSACEAE		
Licania densiflora Kleinh.	Marishiballi	1.64
Licania divaricata Benth.	Buruburuli	0.85
Licania grisea Kleinh.	Iron Mary	2.40
Licania heteromorpha Benth.	Buruburuli	1.69
Licania kunthiana Hook.	Unikiakia	1.54
Licania minutiflora Amsh.	Kautaballi	1.23
Licania majuscula Sagot.	Kautaballi	2.82
Licania mollis Benth.	Kautaballi	1.01
Licania persaudii	Kauta	2.53
Parinari campestris Aubl.	Burada	0.84
Parinari montana Aubl.	Burada	0.60
Parinari parvifolia Sandw.	Burada	0.84

* The examination of further specimens of some of these timbers may show that they more properly belong to another grouping, and this classification must be considered as merely tentative.
(Exámenes ulteriores de más especímenes de algunas de estas maderas podrían indicar que pertenecen a otros grupos por tanto debe considerarse esta clasificación como meramente tentativa.)

** Higher silica contents than those given have been found in other specimens from British Guiana, showing that these timbers are sometimes highly siliceous.
(En otros especímenes de estas maderas, provenientes de la Guayana Británica, se ha encontrado mayor contenido en sílice, lo cual demuestra que estas maderas son a veces altamente silíceas).

Horn (5) reported the presence of silica bodies in *P. rodolphi* Huber from the Amazon Valley and Frison (3) recorded the siliceous nature of *P. glabra* Oliv., *P. nalaensis* De Wild and *P. polyandra* Benth. from the Belgian Congo. Besson (2) found that *P. macrophyllum* Sabine from the Belgian Congo and *P. robustum* Oliver and *P. tenuifolium* Chev. from the Ivory Coast yielded 1.5, 2.56 and 1.2 percent of silica respectively. In the South-west Pacific area, high silica contents have been consistently observed for *Parinari* species — thus *P. corymbosum* (Bl.) Miq.,*P. glaberrimum* Hassk., *P. papuanum* C. T. White and *P. salmonense* C. T. White have been found to average 2.6, 1.7, 0.8 and 0.7 percent of silica respectively. In no specimen of *Parinari* timber has less than 0.5 percent of silica ever been recorded, showing that silica accumulation is a consistent character of this widely distributed genus.

The genus *Pouteria* (Sapotaceae) contains both moderately siliceous and silica-free timbers, the presence or absence of silica in the ray cells, however, being constant for any species. All previous specimens examined were of South-west Pacific area origin, where *P. amorphospermum* (Benth. and Hook.) Baehni (0.4%) and *P. sericea* (Benth. and Hook.) Baehni (0.1%) accumulate silica to a moderate degree, whereas *P. maclayana* (F. Muell.) Baehni, *P. moluccensis* Dubard and *P. xylocarpa* C. T. White are silica free. It is interesting to find that the tropical American species *P. guianensis* Aubl. is also a silica accumulator.

Discussion

Attention is drawn to the practical importance of the presence of silica in timbers. As mentioned earlier, all the timbers tabulated were reputed to have a dulling effect on saws, to contain silica, or to be resistant in some measure to marine borer. Experience has shown that these properties are in many instances related. A moderate or high silica content of timber is usually found to be related to difficulties in conversion occasioned by the dulling effect of such timbers on saws, although the converse is not necessarily true. The presence of appreciable quantities of tension wood will produce the same effect. The mechanics of the blunting process have not yet been fully investigated, but, empirically, it would be anticipated that those timbers listed as moderately or highly siliceous would give trouble in sawing.

Again, Gonggrijp (4) found that certain timbers in which siliceous inclusions occurred showed a pronounced resistance to the depredations of shipworms. Amos and Dadswell (1) extended these observation to specimens of timber of the same species and showed that specimens containing a high concentration of silica resisted attack by certain teredine borers whereas those with a low concentration did not. However, the results are only applicable to high salinity teredines and not to other species (e. g.) *Nausitora*) infesting brackish water nor to crustacean or other marine borers which do not derive nourishment from the cellulose of the wood. There is little doubt that the resistance of those timbers listed as highly siliceous is attributable to their silica contents, and that for this group, difficulty of conversion and resistence to high salinity teredines are correlated with silica content.

The timbers of the moderately siliceous group (see Table 1) would be expected to exhibit difficulty in conversion but not a very pronounced resistance to shipworms.

Some reason other than silica content must be sought to account for difficulty of conversion or reputed marine borer resistance in the first (non-siliceous) group.

The resistance of *Ocotea rodiaei* Mez. (greenheart) to marine borer attack has been ascribed to the presence of a toxic alkaloid, biberine or nectandrine, in the wood (Frison (3)). However, in certain localities, this timber has been badly attacked by teredines. It appears that resistance of a particular species of timber varies with species of borer and local conditions. Other timbers listed in the first group may contain toxic substances and may have established a local reputation for resistance to borer attack, but

caution must be exercised in applying such timbers to marine structures in other waters where the dominant species of marine borer may be different. Similarly, no reason for the difficulty of conversion of these timbers can be advanced until more fundamental work on sawing has been done. As stated previously, silica content is not the only factor contributing to dulling of saws —the presence of tension wood and an abundance of gum in the wood elements often exert independent effects.

Acknowledgement

The kind cooperation of Mr. C. Swabey, Conservator of Forests, British Guiana, who provided the timber specimens, is gratefully acknowledged.

Summary

This paper reports the silica contents of individual samples of 47 timbers from British Guiana, all of which have been reputed either (a) to have a dulling effect on saws, (b) to contain silica, or (c) to be resistant in some measure to marine borers. Thirteen were found to be highly siliceous, 8 moderately so, and 26 without appreciable silica contents. The silica accumulating species belonged to four genera only — *Parinari, Eschweilera, Licania* and *Pouteria*. The silica contents are discussed in relation to the other properties.

LITERATURE CITED

1. AMOS, G. L. and DADSWELL, H. E. 1948. Siliceous inclusions in wood in relation to marine borer resistance. J. Counc. Sci. Ind. Res. (Aust.) 21:190.
2. BESSON, A. 1946. Richesse en cendres et teneur en silica des bois tropicaux. Agron. Trop. 1:44.
3. FRISON, E. 1942. De la presence de corpuscules siliceux dans les bois tropicaux en general et en particulier dans le bois de Parinari glabra Oliv. et du Dialium klainei Pierre: Utilization de ces bois en construction maritime. Bull. Agric. Congo Belge 33: 91-105.
4. GONGGRIJP, J. W. 1932. Gegevens betreffende en onderzoek naar neder-landsch-indische houtsoorten, welke tegen den palworm bestand zijn. Med. van het Boschbouwproefstation. No. 25, Batavia.
5. HORN, E. F. 1948. Teredo resistant timbers of the Amazon Valley. Tropical Woods No. 93: 35.
6. ITERSON. G. van 1933. The significance of the anatomy of wood for the preservation of marine structures against the shipworm (Teredo). Proc. Pacif. Sci. Cong. 5th., Canada, pp. 3907-11.

(La traducción al español de este artículo aparecerá en el próximo número).

PRINTED AT
REAL HERMANOS, INC.
SAN JUAN, P. R.

UNITED STATES
ATLANTIC
OCEAN
GULF OF
MEXICO
BAHAMA
ISLANDS
MEXICO
CUBA
PUERTO
RICO
GUADELOUPE
DOMINICA
MARTINIQUE
STA. LUCIA
JAMAICA
HAITI
DOMINICAN
REPUBLIC
BRITISH
HONDURAS
CARIBBEAN SEA
HONDURAS
GUATEMALA
SALVADOR
NICARAGUA
TRINIDAD
PACIFIC
OCEAN
COSTA
RICA
PANAMA
VENEZUELA
BR.
GUIANA
COLOMBIA

eserve
9622
2C23

The Caribbean Forester

L RY
RD
APR 1 1952
U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE

U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE
FOREST SERVICE
TROPICAL FOREST EXPERIMENT STATION
RIO PIEDRAS, PUERTO RICO

VOLUME 12, NUMBER 4 OCTOBER, 1951

Caribbean Forester

El "Caribbean Forester", revista que el Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos comenzó a publicar trimestralmente en julio de 1938 es de distribución gratuita y está dedicada a encauzar la mejor ordenación de los recursos forestales de la región del Caribe. Su propósito es estrechar las relaciones que existen entre los científicos interesados en la Ciencia Forestal y ciencias afines encarándoles con los problemas confrontados, las políticas forestales vigentes y el trabajo que se viene haciendo para lograr ese objetivo técnico.

Se solicitan aportaciones de no más de 20 páginas mecanografiadas. Deben ser sometidas en el lenguaje vernáculo del autor, con el título o posición que éste ocupa. Es imprescindible incluir un resumen conciso del estudio efectuado. Los artículos deben ser dirigidos al "Director, Tropical Forest Experiment Station, Río Piedras, Puerto Rico".

Las opiniones expresadas por los autores de los artículos que aparecen en esta revista no coinciden necesariamente con las del Servicio Forestal. Se permite la reproducción de los artículos siempre que se indique su procedencia.

●

The "Caribbean Forester", published since July 1938 by the Forest Service, U. S. Department of Agriculture, is a free quarterly journal devoted to the encouragement of improved management of the forest resources of the Caribbean region by keeping students of forestry and allied sciences in touch with the specific problems faced, the policies in effect, and the work being done towards this end through out the region.

Contributions of not more than 20 typewritten pages in length are solicited. They should be submitted in the author's native tongue, and should include the author's title or position and a short summary. Papers should be sent to the Director, Tropical Forest Experiment Station, Río Piedras, Puerto Rico.

Opinions expressed in this journal are not necessarily those of the Forest Service. Any article published may be reproduced provided that reference is made to the original source.

●

Le "Caribbean Forester", qui a été publié depuis Julliet 1938 par le Service Forestier du Département de l'Agriculture des Etats-Unis, est une revue trimestrielle gratuite, dediée a encourager l'aménagement rationnel des forêts de la région caraibe. Son but est d'entretenir des relations scientifiques entre ceux qui s'interéssent aux Sciences Forestières, ses problèmes et ses méthodes les plus récentes, ainsi qu'aux travaux effectués pour réaliser cet objectif d'amélioration technique.

On accepte voluntiers des contributions ne dépassant pas 20 pages dactilographiées. Elles doivent être écrites dans la langue maternelle de l'auteur qui voudra bien préciser son titre ou sa position professionnelle et en les accompagnant d'un résumé de l'étude. Les articles doivent être addressés au Director, Tropical Forest Experiment Station, Río Piedras, Puerto Rico.

La revue laisse aux auteurs la responsibilité de leurs articles. La reproduction est permise si l'on précise l'origine.

"The printing of this publication has been approved by the Director of the Bureau of the Budget (August 17, 1950)".

Vol. 12, No. 4 October 1951

The Caribbean Forester

Contents

Sumario

Algunas maderas silíceas de la Guayana Británica 139
(Traducción del último artículo que apareció en el número anterior)

Florestas amazónicas 141
Pimentel Gomes, Brasil
Hermano Fernandes, Brasil

The Amazon and its forests 153
(Abridged translation from previous article)

Los bosques amazónicos 156
(Traducción abreviada del artículo en portugués)

Note on the development of forest policy in British Guiana .. 159
Christopher Swabey, British Guiana

Nota sobre el desarrollo de la política forestal de la Guayana Británica 165
(Traducción del artículo anterior)

Botanical observations on Pitch Lake in Trinidad 171
Richard A. Howard, United States

Observaciones botánicas sobre el Lago de Brea de la isla de Trinidad 179
(Traducción del artículo anterior)

International Society of Tropical Foresters

The International Society of Tropical Foresters is an organization in which membership is open to all those having a professional concern with tropical forests and tropical forestry. No dues are required, but applicants are requested to fill in a short form and to list, among other personal data, their experience and interests in tropical forests and forestry. Copies of the membership form may be obtained by writing Tom Gill, Executive Officer, at 1214 16th Street, N.W., Washington 6, D.C., U.S.A.

The Society's primary purpose is to keep tropical foresters in touch with others in their field and with work that is being done. It also serves as a clearing house of information on developments and opportunities in tropical forestry, as well as on recent additions to tropical forestry literature, and serves as a repository of information on the location and fields of activity of men working in tropical forests or with tropical forest products. The membership is kept in touch with developments by means of occasional mimeographed news letters.

The original membership of the Society, consisting of the 24 foresters present at the organization meeting in Washington, D.C., on December 14, 1950, has expanded during the past year to include 160 members working in more than 30 countries. Among the Latin American and Caribbean areas represented by the membership are Bolivia, Brazil, British Honduras, Costa Rica, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panama (Republic and Canal Zone), Paraguay, Puerto Rico, Surinam, and Venezuela.

Sociedad Internacional de Forestales del Trópico

La Sociedad Internacional de Forestales del Trópico es una organización a la cual pueden pertenecer todas aquellas personas relacionadas profesionalmente con los bosques tropicales y con la dasonomía tropical. No se requiere cuota alguna de ingreso pero los solicitantes deben llenar un cuestionario corto en el cual figurarán entre otras cosas: datos personales y experiencia e interés desplegado en asuntos forestales del trópico. La solicitud de ingreso puede obtenerse dirigiéndose al Sr. Tom Gill, Executive Officer, 1214, 16th St., N. W., Wáshington 6, D. C., U. S. A.

El objetivo primordial de la Sociedad es fomentar el intercambio cultural técnico entre los interesados en esta rama de la ciencia. Habrá de servir como centro de englobe y ordenación de toda información sobre nuevos hallazgos y oportunidades en el campo de la dasonomía tropical y también de toda nueva aportación a la literatura forestal tropical. Otra de sus metas será servir de repositorio de toda información relativa a dónde se pueden localizar los diversos técnicos y sus actividades en bosques tropicales o en la ciencia forestal y sus ramas. Sus miembros habrán de enterarse de los acontecimientos recientes mediante hojas sueltas mimeografiadas que aparecerán ocasionalmente.

La matrícula original de la Sociedad que consistía de 24 miembros presentes en la reunión de organización que tuvo lugar en Wáshington, D. C. el 14 de diciembre de 1950 ha aumentado a lo largo del año pasado hasta consistir de 160 miembros repartidos en más de 30 países. Entre las naciones de la América Latina y de la zona del Caribe que están representadas en la Sociedad figuran: Bolivia, Brasil, Honduras Británica, Costa Rica, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, Zona del Canal, Paraguay, Puerto Rico, Guayana Holandesa y Venezuela.

(Traducción del último artículo que apareció en el número anterior)

Algunas Maderas Silíceas de la Guayana Británica *

Introducción

En Australia la División de Productos Forestales del Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization ha estado llevando a cabo un estudio de las maderas silíceas del mundo, como parte integrante de un proyecto más amplio sobre inclusiones en general de las maderas. El interés por las maderas silíceas se debe en parte al valor que las inclusiones silíceas representan en la identificación y en parte por las propiedades que estas inclusiones le imparten a la madera, en particular la resistencia natural contra el ataque de los taladradores marinos y la dificultad al aserrar porque embotan las sierras.

En el curso del estudio se recibieron 47 muestras de maderas enviadas por cortesía del Conservador de Bosques de la Guayana Británica. Según informes todas esas maderas tenían reputación de: embotar las sierras, contener sílice y hasta cierto punto ser resistentes al ataque de taladradores marinos. En este grupo estaban representados 23 géneros y 9 familias. Todas se examinaron al microscopio y se les hizo el examen químico para determinar la presencia de sílice. Los resultados aparecen en la tabla número 1 y desde luego no deben tomarse como absolutos ya que la experiencia previa ha dejado demostrado que la variación en tenor de sílice puede ser bastante considerable.

Resultados

Según puede observarse en la tabla las especies pueden dividirse en no-silíceas, moderadamente silíceas y altamente silíceas. Las especies que acumulan sílice pertenecen a sólo cuatro géneros. Previamente se habían examinado algunos representantes de los cuatro géneros y se había encontrado que acumulaban sílice pero las muestras de la Guayana Británica ofrecieron mayor número de especies de las que se habían tenido hasta la fecha. Los resultados indican que estos géneros caen en el patrón usual, es decir, que con pocas excepciones la acumulación de sílice tiende a ser una característica genérica a la vez que específica. Al microscopio los depósitos de sílice eran del tipo más corriente, conglomerados corpusculares que se encuentran en las células del radio, en menor número en el parénquima vertical en algunas especies.

En 1933 Van Iterson (6) comentó sobre el contenido de sílice en *Eschweilera longipes* Miers y su resistencia al taladrador marino. Frison (3) encontró un tenor en sílice de 1,73 por ciento en una muestra que él examinó y en nuestros laboratorios se encontró en un especimen tanto como 2,43 por ciento de sílice (basado en el peso de la madera secada al horno). La falta de sílice en *Eschweilera holcogyne* Sandw. no es típica del género y si resultare consistente proveerá un método específico de identificar la especie entre otras de su mismo género. Aunque la muestra de *E. odora* (Poepp.) Miers analizada en esta serie dió un tenor en sílice de sólo 0,3 por ciento, los análisis previos sugieren que el tenor más satisfactorio para esta madera es alrededor de 2,0 por ciento.

Las especies del género *Licania* se conocen como acumuladoras de sílice y muestras de *L. latifolia* Benth. ex Hook. f. de Brasil y *L. macrophylla* Benth. del Valle del Amazonas han dado tenores de sílice de 0,4 y 1,8 por ciento respectivamente. La serie de muestras de la Honduras Británica provee material para un estudio más extenso del género y prueba que la mayoría de las especies son acumuladores de sílice. *L. utilis* Aubl. a menudo contiene más sílice de lo que pudiera sugerir la cifra en la tabla, de manera que puede considerarse más típica una cifra de aproximadamente 0,5 por ciento.

Diversos investigadores han examinado un número amplio de especies del género *Parinari*. Horn (5) informó la presencia de cuerpos silíceos en *P. rodelphi* Huber del valle del Amazonas y Frison (3) informó sobre la naturaleza silícea de *P. glabra* Oliv, *P. nalaensis* De Wild y *P. polyandra* Benth del Congo Belga. Besson (2) encontró que *P. macrophyllum* Sabine del Congo Belga y *P. robustum* Oliver

* Publicado anteriormente en "Timehri" — órgano oficial de la Sociedad Real Agrícola y Comercial de la Guayana Británica. Julio 1950.

y *P. tenuifolium* Chev. de Ivory Coast tenían un tenor de 1,5; 2,56 y 1,2 respectivamente. En el área del Sudoeste del Pacífico se han observado consistentemente altos tenores en sílice en especies del género *Parinari*, así como *P. corymbosum* (Bl.) Miq., *P. glaberrimum* Hassk., *P. papuanum* C. T. White y *P. solomonense* C. T. White tienen un tenor promedio de 2, 6; 1,7; 0,8; y 0,7 por ciento respectivamente. Con ninguna muestra de *Parinari* se ha obtenido menos de 0,5 por ciento de sílice lo cual demuestra que ese factor es una propiedad que se haya consistentemente en este género tan extensamente distribuído.

En el género *Pouteria* (Sapotaceae) encontramos maderas tanto con tenor silíceo moderado como sin sílice pero la presencia o ausencia de este material en las células radiales es constante para cualquier especie. Todas las muestras examinadas eran del área sudoeste del Pacífico donde *P. amorphospermum* (Benth & Hook) Baehni (0,4%) y *P. sericea* (Benth & Hook) Baehni (0,1%) acumulan sílice moderadamente, mientras que *P. maclayana* (F. Muell) Baehni, *P. moluccensis* Dubard y *P. xylocarpa* C. T. White no tienen sílice. Es interesante encontrar que la especie tropical americana *P. guianensis* Aubl. también acumula sílice.

Discusión

Llamamos la atención hacia la importancia de la presencia de sílice en las maderas. Según mencionamos anteriormente todas las maderas que se encuentran en la tabla tenían reputación de embotar sierras, de contener sílice y de ser hasta cierto punto resistente al ataque de taladradores marinos. La experiencia ha demostrado que estas propiedades están relacionadas entre sí en muchos casos. Por lo general se ha encontrado que un contenido moderado o elevado de sílice en la madera está relacionado con las dificultades que se tropiezan al aserrar la madera, debido a que embotan las sierras, aunque lo contrario no ocurre necesariamente. La presencia de cantidades apreciables de madera de tensión produce este mismo efecto. No se ha investigado plenamente la mecánica de este proceso de embotamiento pero, empíricamente podría anticiparse que aquellas maderas catalogadas como moderada o altamente silíceas darán trabajo al aserrarlas.

Gonggrijp (1932) encontró que ciertas maderas con inclusiones silíceas mostraban una acentuada resistencia al ataque de los teredos. Amos y Dadswell (1) extendieron sus observaciones a muestras de la misma especie y encontraron que las muestras con el alto tenor en sílice resistían el ataque de ciertos taladradores marinos mientras que aquellas de bajo contenido en sílice no los resistían. Sin embargo estos resultados sólo se aplican a teredos de aguas altamente salinas y no a otras especies (por ejemplo *Nausitora*) que infestan las aguas salobres ni a los crustáceos ni otros taladradores marinos que no obtienen su alimento de la celulosa de la madera. No hay duda casi en cuanto a que la resistencia de aquellas maderas altamente silíceas se debe precisamente a ese factor y en el caso de ese grupo la dificultad de aserrar y la resistencia a los teredos de aguas de elevada salinidad están correlacionados con su contenido en sílice.

Es de esperarse que las maderas del grupo moderadamente silíceo (véase la tabla número 1) sean difíciles de aserrar pero de no muy elevada resistencia al ataque de teredos.

En el caso del primer grupo (no silíceas) debe buscarse otra razón para explicar su dificultad al aserrarlas o su fama de resistencia al taladrador marino.

La resistencia de *Ocotea rodiaei* Mez. al ataque de los taladradores marinos se ha explicado como debida a que la madera contiene un alcaloide tóxico la biberina o nectandrina (3). Sin embargo, en ciertas localidades esta madera ha sido fuertemente atacada por los teredos. Parece que la resistencia de una especie en particular de madera varía con la especie de taladrador que sea y con las condiciones locales. Las demas maderas del primer grupo puede que contengan substancias tóxicas y pueden tener fama local como resistentes al ataque del taladrador marino pero debe tenerse mucha cautela en el uso de esas maderas en construcciones navales en otras aguas donde sea diferente la especie dominante del género *Teredo*. No puede predecirse la razón de la dificultad que ofrecen al aserraje estas especies, hasta tanto no se haya efectuado más trabajo sobre este aspecto. Según se dijo anteriormente, el contenido en sílice no es el único factor que contribuye al embotamiento de las sierras — la presencia de madera de tensión y abundancia de gomas en los elementos de la madera a menudo ejercen efectos similares.

Florestas Amazonicas

Pimentel Gomes
Diretor do Servico Florestal do Brasil

Hermano Fernandes
Agronomo

Entre o paralelo 5 N. e o paralelo 16 S. estende-se, no Brasil, a imensa bacia amazônica. A linha equatorial passa ao norte da ilha de Marajó, situada na entrada do estuário, e cruza a embocadura do Rio Mar que abre na costa Atlantica uma bôca de 230 quilometros de largura. A area brasileira da bacia amazônica está avaliada em 3.434.193 quilometros quadrados, ou seja, um pouco menos de metade do territorio brasileiro (8.500.000 km²). A Amazônia brasileira apresenta três aspectos distintos: (a) varzeas inundaveis periodicamente; (b) terras firmes; (c) planaltos.

As primeiras se situam no estuario e ao longo do Rio Amazonas e de seus afluentes, nos cursos inferiores dos mesmos. São os terrenos alcançados, periodicamente, pelas cheias anuais ou pelas marés altas, onde predominam a seringueira, a imbaúba, etc. São terras planas, baixas, medindo algumas dezenas de milhares de quilometros quadrados, mas a extensão da area inundavel não é tão grande como a indicam alguns informes exagerados. Segundo os calculos mais recentes representam, apenas, cêrca de 10% de superficie total da planicie, constituindo faixas mais estreitas que a da varzea aluvial do Mississipi, entre Cairo e Baton Rouge.

As terras firmes alargam-se por centenas e centenas de quilometros, medianamente altas, ora onduladas ora achanadas, cobertas de opulentas florestas riquissimas de espécies vegetais, variando a composição do solo e o revestimento forestal a proporção que se afastam do eixo do vale.

A terceira zona é constituida pelas faixas de terras situadas entre o maçico guianico, ao norte, e as chapadas do Brasil central, ao sul, de cada lado do Rio, subindo em rampas pouco acentuadas em cada direção. Cobertas de florestas exuberantes, o clima é ai mais agradavel, e os rios encachoeirados permitirão o aproveitamento de energia hidréletrica que facilitará de muito, no futuro, a valorização da região. Ao pé das serras que a limitam ao norte estende-se a zona das savanas ou dos campos gerais, cortada de largos intervalos de matas.

Clima

De um modo geral o clima é quente e úmido, zonas havendo em que a temperatura não cai a menos de 17 graus e outras, relativamente extensas, com minimas de 5 graus centigrados. A pluviosidade é grande, variando em diversos trêchos da planicie, não se registrando, contudo, os pesados aguaceiros que se precipitam, anualmente, em certos territorios da Asia e alguns pontos da costa ocidental da Africa. As temperaturas maximas são algo inferiores as que se observam em varias regiões da America do Sul, Estados Unidos, Europa e Africa, conforme se poderá ver pelo quadro abaixo:

Quadro 1.—**Temperatura e precipitaçao na planicie Amazônica**

Estacoes	Latitude	Altitude	Temperaturas-médias e extremas					Precipitacao	
			Méd.	Méd. Max	Méd. Min.	Max. Abs.	Min. Abs.	Pluviosidade anual	No. de días chuvosos
		Pés	°C.	°C.	°C.	°C.	°C.	mm.	
Planicie Amazônica									
Sena Madureira (Acre)	9°04'S.	405	25,2	33,3	19,8	37,5	5,0	2.062,5	138
São Gabriel (Amazonas)	0°08'S.	228	25,4	31,0	21,9	38,0	11,0	2.956,0	219
Manaus (Amazonas)	3°08'S.	132	26,6	31,4	22,7	37,8	17,6	1.750,9	167
Clevelandia (Pará)	3°49'N.	189	25,0	31,1	20,6	38,8	16,0	3.241,3	221
Belém (Pará)	1°28'S.	42	25,6	31,8	22,2	35,1	18,5	2.804,7	250
Taperinha (Pará)	2°30'S.	63	25,6	30,9	22,5	37,1	18,5	1.969,9	205
Conceição Araguaia (Pará)	8°15'S.	480	25,4	32,5	20,1	38,4	12,2	1.716,6	118

Pode-se avaliar melhor esses dados, comparando-os com os de outras regiões:

Quadro 2.—**Examen comparativo do clima**

	Temperaturas Maximas
	°C.
Planicie Amazônica	38,8
Death Valley (EE.UU.)	57,2
San Diego (EE.UU.)	43,3
Santiago del Estero (Argentina)	46,5
Buenos Aires (Argentina)	39,5
Salamanca (Espanha)	44,6
Paris (França)	40,0
Catani (Italia)	38,7

Verifica-se desse examen comparativo que existem, acima e abaixo do equador, zonas de calor mais opressivo, nos mêses mais quentes, que o registrado na região amazônica.

Com excecão das flutuaçôes da pluviosidade, as variaçôes diurnas dos outros fatores climaticos são pequenas. As grandes perturbaçôes atmosféricas, inerentes as altas latitudes, e que ai fazem o clima tão variavel, são praticamente desconhecidas na planicie. As oscilaçôes barometricas não passam de alguns poucos milimetros. Os ventos violentos que varrem outras regiões são aqui muito raros. Em ultima analise, é pela maior ou menor intensidade dos aguaceiros tropicais que os habitantes desta zona de eterno verão se apercebem do poder dos elementos.

Sobre o clima da Amazônia, de ordinario tão caluniado, escreveu Fred. A. Carlson:

> "Depois do pôr do sol, no vale amazônico, o ar resfria-se rapidamente. Em varios lugares, notadamente entre meia noite e o amanhecer do dia, o frio é tão penetrante que chega a ser incomodativo. Temperaturas noturnas proximas de 15 graus centigrados não são raras. Pode dizerse que a noite constitui o inverno destas regiões tropicais".

Salubridade

A região é muito mais saudavel do que pa-

rece á primeira vista, confirmando a impressão dos mais afamados exploradores que a perlustraram. Vive-se com perfeita saúde desde que se observem alguns tantos cuidados. As doenças endemicas estão praticamente desaparecendo de areas bem grandes, graças aos modernos metodos de higiene tropical e á melhoria do padrão de vida consequente de um suprimento mais abundante de alimentos produzidos na propria planicie.

Sobre a salubridade amazônica, assim concluiu a Missão Americana chefiada por William Schurz:

> "O vale do Amazonas não justifica a reputação que se criou de um clima especialmente quente, úmido e insalubre. Goza, muito ao contrario, para uma região equatorial, de clima relativamente agradavel e de fórma nenhuma mortífera ao colono ou viajante que procure países tropicais. De uma fórma geral deve considerar-se o clima de tôda a bacia hidrográfica muito uniforme e regular... A bacia amazônica possui menor umidade atmosférica que as regiões do Oriente, produtoras de borracha, sendo o ar distintamente mais sêco. Conseguintemente o europeu é capaz de maior trabalho e esfôrço mais demoradamente na Amazônia. Durante nove mêses de nossa viagem naquelas paragens, nunca a umidade atmosférica provocou 'the depressing muggy feeling', tão frequente nas terras baixas da Malaia britanica e Indias neerlandêsas".

O impaludismo que se situou na região, e constituiu otróra terrivel flagelo, foi uma consequencia do povoamento. Do trinomio — homem, mosquito e plasmódio — a corrente imigratoria canalizada para a planicie arrastou o ultimo, até então inexistente, segundo as afirmativas mais autorizadas.

Comunicações

Com cêrca de 60 mil quilometros de cursos dagua navegaveis, a via fluvial é, e continuará a ser, o meio de transporte mais importante da região, notadamente em se tratando de cargas pesadas.

O Rio Amazonas é navegavel por confortaveis transatlanticos até Manaus e por grandes vapores até Iquitos, no Perú, sendo de cêrca de 3.163 quilometros o trêcho navegavel em territorio brasileiro. Seguem-se, pela ordem de navegabilidade, os rios Madeira, Juruá, Purús, Tocantins, Guaporé, Tapajós e Xingú.

Este sistêma fluvial de comunicações e transportes é completado pela Estrada de Ferro Madeira-Mamoré, com a extensão de 367 quilometros, que tem grande significação internacional como escoadouro da região nordeste da vizinha republica da Bolivia; a Estrada de Ferro do Tocantins, com 82 quilometros, que contórna o trêcho encachoeirado do rio do mesmo nome e a Estrada de Ferro de Bragança, com 294 quilometros, que partindo de Belém atravessa toda a região bragantina, ao nordeste do Estado do Pará, intensificando o comercio dessa zona.

Ha pequenas estradas de rodagem e outras estão sendo construidas.

Exploração Atual

Presentemente explora-se a floresta nos dois Estados e em tres dos quatro Territorios que constituem a região Norte — a Amazônia propiamente dita: Pará, Amazonas, Amapá, Acre e Guaporé. A distância, a escassez de braços, maiores dificuldades de transporte, têm impedido qué a exploração atinja o Territorio do Rio Branco, tambem muito rico em madeiras de lei.

A Amazônia propriamente dita, isto é, o conjunto dos dois Estados — Amazonas e Pará — e quatro Territorios — Amapá, Acre, Guaporé e Rio Branco — dispõe de 3.434.193 quilometros quadrados. Em 1945, povoavam-nos, 1.670.500 habitantes.

E possivel, porém, graças aos rios da bacia, aproveitar pelo menos parte das florestas do norte de Mato Grosso e Goiás.

Das três categorias de florestas existentes no Pará — Mangues, Matas da Varzea e Matas da Terra Firme — aproveitam-se, quasi que exclusivamente, as ultimas.

A exploração se faz, de preferência, na região das Ilhas, graças a superabundância de "furos" (canais naturais) navegaveis por grandes embarcações.

No Amazonas e no Amapá as condições de exploração são muito semelhantes as do Pará, pela extraordinaria abundância de grandes rios e de "furos" francamente navegaveis. No Amapá os rios não são grandes, mas são navegaveis até ás primeiras cachoeiras por varios tipos de embarcações. E as tóras, sob a fórma de balsas, podem descer dos altos rios.

No Acre, as terras são mais altas, os rios menores, as condições de navegação mais precarias, pois que se encontra a mais de 4.200 quilometros de navegação do porto de Belém. Mesmo assim, explora-se uma madeira preciosa, o águano ou mogno brasileiro.

Explora-se o águano nas regiões do alto Purús (municipio de Sena Madureira), rios Envira e Jurapari (municipio de Feijó) e rio Tarauacá (municipio de Tarauacá). As ocorrências mais importantes dessa madeira se verificam nas regiões acidentadas dos formadôres e sub-formadôres dos tributarios do Purús e do Juruá, e na zona do divisôr de águas destes rios com o Ucáiáli.

No Estado do Amazonas é notavel a exploração do páu rosa, de cujo lenho se destila um óleo finissimo, empregado na industria de perfumes. Em Itacoatiára, a márgem do Amazonas, se encontram algumas distilarias que exportam seu produto para os Estados Unidos.

Madeiras Exportadas

Um dos males da exploração florestal da Amazônia brasileira é que das 2.500 espécies de madeiras existentes, apenas muito poucas são aproveitadas presentemente.

São exportadas, principalmente, as seguintes madeiras: macacaúba, quarúba, andiróba amarela, massarandúba, freijó, louro, sucupira e itaúba. Ultimamente, para dormentes de estradas de ferro, tem-se exportado pracuúba, mangue e sucupira.

Para outros pontos do Brasil, além das madeiras citadas, enviam-se tamben: cédro, jutaí, magençalo, araracanga, cupiúba e acapú.

Usam-se, em Belém, em caixas de embalagem de castanha, sabão e borracha, madeiras brancas como pará-pará e morótotó.

Principais Essências Florestais

De acôrdo com vários trabalhos, principalmente do Sr. Paul Le Cointe, antigo diretor do Museu Comercial de Belém e cientista que mora na Amazônia ha mais de 30 anos, damos a seguir uma relação das principais essências utilizadas para varios fins. A finalidade da lista, muito incompleta, é facilitar o conhecimento de madeiras ainda pouco conhecidas fóra da Amazônia e que poderiam figurar na exportação.

Quadro 3.—**Diversos usos das principais madeiras.**
(Table 3.—Uses of the principal woods.)
(Tabla 3.—Usos de las principales maderas.)

Nome local (Local name) (Nombre vernáculo)	Nome científico (Scientific name) (Nombre científico)	Densidade (sp. gr.) (Peso específico)
Construçao em Geral, Marcenaria e Carpintería (General Construction, Carpentry, and Furniture) (Construcción en General, Carpintería y Ebanistería)		
Anacardiaceae		
Gomavel ou Gonçalo Alves	*Astronium fraxinifolium* Schott.	1.00
Muira-quatiara	*Astronium Le Cointe* Ducke	1.05
Páu pombo	*Tapirira guianensis* Aubl.	0.70
Anonaceae		
Araticú do bréjo	*Anona glabra* L.	—
Biribá-rana	*Duguetia spixiana* Mart.	0.18
Envira pindaúba	*Xylopia frutescens* Aubl.	0.82
Envira preta	*Xylopia marginata* Mart.	0.57
Enviratai	*Duguetia riparia* Hub.	0.90
Apocynaceae		
Amapá	*Parahancornia amapa* (Hub.) Ducke	0.60
Araracanga	*Aspidosperma desmanthum* Muell. Arg.	0.90
Carapanaúba	*Aspidosperma nitidum* Benth.	0.83
Molongó	*Ambelania grandiflora* Hub.	0.18
Muira-jussara (verdadeira)	*Aspidosperma duckei* Hub.	0.89
Páu de colher	*Tabernaemontana* sp.	—
Sôrva (grande)	*Couma macrocarpa* Barb. Rodr.	0.54
Sucuúba (verdadeira)	*Plumiera sucuuba* Spruce	0.75
Araliaceae		
Morótotó	*Didymopanax morototoni* Aubl.	0.53

Nome local (Local name) (Nombre vernáculo)	Nome científico (Scientific name) (Nombre científico)	Densidade (sp. gr.) (Peso específico)
Bignoniaceae		
Capitari	*Couralia toxophora* Benth. e Hook	1.03
Caróba (do campo)	*Cybistax antisyphilitica* Mart.	0.53-0.63
Caraúba (do campo)	*Tecoma caraiba* Mart.	0.71
Páu dárco	*Tecoma* aff. *conspicua* DC.	1.10
Bixaceae		
Periquiteira (grande da T. firme)	*Cochlospermum orinocense* (H.B.K.) Stend	0.78
Boraginaceae		
Carapanaúba (preta)	*Lepidocardia punctata* Ducke	0.80
Freijó	*Cordia goeldiana* Hub.	0.65
Burseraceae		
Breu (branco)	*Protium heptaphyllum* (Aubl.) March	0.50
Caryocaraceae		
Piquiá	*Caryocar villosum* (Aubl.) Pers.	0.82
Celastraceae		
Cupiúba	*Goupia glabra* Aubl.	0.88
Combretaceae		
Cinzeiro	*Terminalia tanibouca* Smith	0.74
Mirindiba	*Buchenavia grandis* Ducke	0.82
Dilleniaceae		
Caimbé	*Curatella americana*	0.71
Euphorbiaceae		
Mará-gonçalo	*Hyeronima alchorneoides* Fr. Allem.	0.69
Mirindiba (dôce)	*Glycydendron amazonicum* Ducke	0.93
Páu de bicho	*Sapium bigladulosum* Muell. Arg.	0.61
Piranheira (preta)	*Piranhea trifoliata* Baill.	0.94
Seringueira (barriguda)	*Hevea spruceana* Muell. Arg.	0.36
Guttiferaceae		
Ananí	*Symphonia globulifera* L.	0.54
Bacurí	*Platonia insignis* Mart.	0.90
Jacareúba	*Calophyllum brasiliense* Camb.	0.64
Lacre	*Vismia guianensis* Choisy	0.55
Tamaquaré (grande)	*Caraipa grandifolia* Mart.	0.63
Humiriaceae		
Achuá	*Saccoglotis guianensis* Benth. var. *dolichocarpa* Ducke	1.05
Uchi-curua	*Saccoglotis verrucosa* Ducke	1.00
Uchi-pucú	*Saccoglotis uchi* Hub.	0.94
Umiri	*Humiria floribunda* Mart.	0.89
Icacinaceae		
Muira-ximbé	*Emmotum fagifolium* Desv.	0.95
Umiri	*Poraqueiba paraensis* Ducke	1.14
Lauraceae		
Casca preciosa	*Aniba canelilla* (H.B.K.) Mez.	1.03
Itaúba (amarela)	*Silvia itaúba* (Meissn.) Pax	0.93
Itaúba (preta)		1.05
Louro abacate	*Pleurothryum maeranthum* Nees	0.68
Louro amarelo	*Nectandra amazonum* Nees	0.48

Nome local (Local name) (Nombre vernáculo)	Nome científico (Scientific name) (Nombre científico)	Densidade (sp. gr.) (Peso específico)
Louro da beira	*Ocotea laxiflora* Mez.	0.56
Louro branco	*Ocotea guianensis* Aubl.	0.44
Louro cravo	*Dicypellium caryophyllum* Nees	0.78
Louro inhamui	*Nectandra elaiophora*	—
Louro itaúba		1.17
Louro pimenta	*Ocotea canaliculata* Mez.	1.02
Louro preto	*Nectandra mollis* Nees	0.75
Louro puxuri	*Acrodiclidium puchuri major* Nees e Mart. Mez.	0.63
Louro rosa	*Aniba parviflora* (Meissn.) Mez.	0.60
Louro vermelho	*Ocotea rubra* Mez.	0.64
Maúba	*Clinostemon mahuba* A. Samp.	0.66
Lecythidaceae		
Castanha sapucaia	*Lecythis paraensis* Hub.	1.02
Churú	*Allantoma lineata* (Berg.) Miers	—
Jarana	*Holopyxidium jarana* (Hub.) Ducke	0.85
Mata-matá	*Eschweilera mata-matá* Hub.	1.15
Tauarí	*Couratari tauari* Berg.	0.51
Leguminosae		
Acapú	*Vouacapoua americana* Aubl.	1.00
Acapú-rana	*Campsiandra laurifolia* Benth	1.15
Acapú-rana (terra firme)	*Batesia floribunda* Benth.	0.60
Acariquara	*Cesnostigma tocantinum* Ducke	1.22
Andira-uchi	*Andira retusa* (Lam.) H.B.K.	0.90
Angelim	*Hymenolobium pulcherrimum* Ducke	0.79
Angelim	*Hymenolobium complicatum* Ducke	0.80
Angelim comum	*Hymenolobium excelsum* Ducke	1.00
Angelim falso	*Dinizia excelsa* Ducke	1.15
Angelim grande	*Hymenolobium elatum* Ducke	0.80
Angelim pedra	*Hymenolobium petraeum* Ducke	0.70
Angelim rajado	*Pithecolobium racemosum* Ducke	1.00
Apá	*Eperua falcata* Aubl.	0.93
Araparí (terra firme)	*Swartzia fugax* Benth.	1.17
Araparí (do bréjo)	*Macrolobium acaciaefolium*	0.43
Ataná	*Dimorphandra glabrifolia* Ducke	0.68
Ateribá	*Machaerium lunatum* (L.) Ducke	1.25
Buissú	*Ormosia coutinhoi* Ducke	0.90
Cédro-rana	*Cedrelinga catenaeformis* Ducke	0.65
Coatá-quiçaua	*Peltogyne paniculata* Benth.	1.20
Copaiba-marimari	*Copaifera reticulata* Ducke	0.70
Copaiba-rana	*Copaifera martii* Hayne	0.98
Coração de negro	*Cassia scleroxylon* Ducke	1.21
Coração de negro	*Swartzia corrugata* Benth.	0.98
Cumarú	*Coumarouna odorata* Aubl.	1.10
Cumarú de cheiro	*Torresea acreana* Ducke	—
Cumarú-rana	*Taralea oppositifolia* Aubl.	0.82
Facheiro	*Louchocarpus spruceanus* Benth.	0.98
Faveira	*Vatairea erythrocarpa* Ducke	1.10
Faveira grande	*Vatairea guianensis* Aubl.	0.80
Faveira de rôsca	*Enterolobium schomburghii* Benth.	0.85
Ingá-rana	*Pithecolobium pedicellares* (DC.) Benth.	0.85
Jacarandá	*Dalbergia spruceana* Benth.	1.10
Jacarandá rôxo	*Machaerium acutifolium* Vog.	1.15
Jutaí-rana	*Crudia parivoa* DC.	0.96
Jutaí-assú	*Hymenaea courbaril* L.	1.22

Nome local (Local name) (Nombre vernáculo)	Nome científico (Scientific name) (Nombre científico)	Densidade (sp. gr.) (Peso específico)
Jutaí-pororóca	*Hymenaea parviflora* Hub.	1.05
Jutaí-rana	*Cynometra spruceana* Benth	0.88
Macacaúba preta	*Platimyscium duckei* Hub.	1.20
Membí	*Cassia apoucouita* Aubl.	1.00
Muira-juba	*Apulea molaris* Benth.	0.89
Muira-paxiúba	*Cassia adiantifolia* Benth.	1.02
Muira-pixuna	*Caesalpina paraensis* Ducke	0.95
Mututí	*Etaballia guianensis* Benth.	1.05
Paracachí	*Pentachlera filamentosa* Benth.	0.75
Paracuúba (da varzea)	*Lecointea amazonica* Ducke	1.25
Paracuúba branca	*Mora paraensis* Ducke	0.96
Paricá de cortume	*Piptadenia peregrina* (L.) Benth.	0.95
Paricá grande	*Pithecolobium niopoides* Benth.	0.77
Paricá grande (terra firme)	*Piptadenia suaveolens* Miq.	0.60
Páu de bôto	*Lonchocarpus denudatus* Benth.	0.94
Páu rôxo	*Peltogyne lecointe* Ducke	1.00
Páu rôxo	*Peltogyne densiflora* Spruce	1.05
Páu santo	*Zollernia paraensis* Hub.	1.33
Pé de boi	*Bauhinia macrostachya* Benth.	1.03
Sapupira (terra firme)	*Bowdichia nitida* Spruce	0.95
Supupira da mata	*Bowdichia brasiliensis* (Benth.) Ducke	1.06
Tambouril	*Enterolobium maximum* Ducke	0.60
Tapaiuna	*Dicorynia ingens* Ducke	0.90
Tento amarelo	*Ormosia excelsa* Benth.	0.70
Timbouva	*Enterolobium timbouva* Mart.	0.57
Visgueiro	*Parkia pendula* Benth.	0.85
Melastomaceae		
Gumaté	*Maccairea glabrescens* Pilg.	0.90
Mará-mará	*Miconia* sp.	1.05
Muira-úba	*Mouriria plasschaerti* Pull.	1.20
Sapateiro	*Miconia* sp.	1.05
Meliaceae		
Aguano	*Swietenia macrophylla* King	0.60
Andiróba	*Carapa guianensis* Aubl.	0.70
Cédro branco	*Guarea trichilioides* L.	0.60
Cédro rôxo	*Cedrela* sp.	0.65
Cédro vermelho	*Cedrela odorata* L.	0.64
Paracaúba (terra firme)	*Trichilia lecointe* Ducke	1.14
Monimiaceae		
Caá-pitiú	*Siparuna foetida* Barb. Rodr.	0.95
Moraceae		
Aitá	*Brosimum lecointei* Ducke	1.34
Guariúba	*Clarisia nitida* Allem.	0.70
Limão-rana	*Chlorophora tinctoria* (L.) Gaudich.	0.68
Muira-pinima	*Brosimum guianensis* Aubl.	1.32
Muira-piranga	*Brosimum paraense* Hub.	1.20
Muira-piranga	*Brosimum angustifolium* Ducke	1.10
Muira-tinga	*Olmedioperebea sclerophylla* Ducke	0.62
Mururé	*Bromisopsis acutifolia* (Hub.) Ducke	0.69
Tatajúba	*Bagassa guianensis* Aubl.	0.76
Myrtaceae		
Araçá do campo	*Psidium aracá* Raddi	0.91

Nome local (Local name) (Nombre vernáculo)	Nome científico (Scientific name) (Nombre científico)	Densidade (sp. gr.) (Peso específico)
Myristicaceae		
Ucuúba	*Virola sebifera* Aubl.	0.65
Olacaceae		
Acariúba	*Minquartia guianensis* Aubl.	0.89
Páu marfim	*Agonandra brasiliensis* Miers	0.88
Polygonaceae		
Cauassú	*Coccoloba latifolia*	—
Proteaceae		
Cédro-rana	*Andripetalum rubescens* Schott.	0.49
Rosaceae		
Caraipé	*Licania utilis* Hook	0.80
Mucucú	*Licania heteromorpha* Benth.	1.05
Parinarí	*Parinarium rodolphi* Hub.	1.06
Rubiaceae		
Genipapo	*Genipa americana* L.	0.80
Páu mulato	*Calycophyllum spruceanum* Benth.	0.85
Rutaceae		
Páu amarelo	*Euxylophora paraensis* Hub.	0.82
Tamanqueira	*Fagara rhoifolia* Lane	0.55
Sapindaceae		
Saboneteira	*Sapindus saponaria* L.	0.58
Sapotaceae		
Abiurana	*Lucuma lasiocarpa* Mart.	1.19
Abiurana grande	*Lucuma dissepala* (Kr.) Ducke	1.16
Ajaraí	*Glycoxylon pedicellatum* Ducke	1.15
Guajará branco	*Chrysophyllum sericeum* DC.	0.90
Guajará preto	*Chrysophyllum* sp.	1.11
Guajará vermelho	*Chrysophyllum* sp.	0.97
Simarubaceae		
Cajú-rana	*Simaruba guianensis* (Aubl.) Engl.	0.36
Marupá	*Simaruba amara* Aubl.	0.56
Sterculiaceae		
Cacau azul	*Theobroma spruceanum* Bern.	1.23
Capóte	*Sterculia speciosa* Schum.	0.43
Mutamba	*Guazuma ulmifolia* Lam.	0.40
Tacacázeiro (terra firme)	*Sterculia pilosa* Ducke	0.43
Tiliaceae		
Açoita cavalo	*Luehea speciosa* Willd.	0.58
Verbenaceae		
Ciriúba	*Avicennia nitida* Jacq.	0.95
Páu de viola	*Cytharexylon* sp.	—
Tarumá grande (do campo)	*Vitex flavens* Kunth.	0.65
Vochysiaceae		
Jabotí	*Erisma calcaratum* (Link.) Warm.	0.52
Quarúba (das cabeceiras)	*Vochysia exinia* Ducke	0.95
Quarúba (das flôres pequenas)	*Vochysia obscura* Ducke	0.95
Quarúba branca	*Vochysia vismiaefolia* Warm.	0.62

Nome local (Local name) (Nombre vernáculo)	Nome científico (Scientific name) (Nombre científico)	Densidade (sp. gr.) (Peso específico)
Madeiras Inalteraveis (Woods Resistant to Decay) (Maderas Resistentes a la Pudrición)		
Apocynaceae		
Muira-jussara (verdadeira)	*Aspidosperma duckei* Hub.	0.89
Bignoniaceae		
Páu dárco	*Tecoma* aff. *conspicua* DC.	1.10
Dilleniaceae		
Caimbé	*Curatella americana*	0.71
Euphorbiaceae		
Piranheira (preta)	*Piranhea trifoliata* Baill.	0.94
Lauraceae		
Casca preciosa	*Aniba canclilla* (H.B.K.) Mez.	1.03
Itaúba amarela	*Silvia itaúba* (Meissn.) Pax	0.93
Itaúba preta		1.05
Louro rosa	*Aniba parvijlora* (Meissn.) Mez.	0.60
Leguminosae		
Angelim falso	*Dinizia excelsa* Ducke	1.15
Apá ou Apazeiro	*Eperua falcata* Aubl.	0.93
Coatá-quiçaua	*Peltogyne paniculata* Benth.	1.20
Copaiba-rana	*Copaifera martii* Hayne	0.98
Cumarú	*Coumarouna odorata* Aubl.	1.10
Jutaí-assú	*Hymenaea courbaril* L.	1.22
Jutaí-pororóca	*Hymenaea parvijlora* Hub.	1.05
Membí	*Cassia apoucouita* Aubl.	0.89
Muira-paxiúba	*Cassia adiantifolia* Benth.	1.02
Madeiras Apropriadas para Tanoaria (Woods Suitable for Cooperage) (Maderas Apropiadas para Tonelería)		
Boraginaceae		
Freijó	*Cordia goeldiana* Hub.	0.65
Guttiferaceae		
Ananí	*Symphonia globulifera* L.	0.54
Bacurí	*Platonia insignis* Mart.	0.90
Leguminosae		
Acapú	*Vouacapoua americana* Aubl.	1.00
Tapaiuna	*Dicorynia ingens* Ducke	0.90
Polygonaceae		
Cauassú	*Coccoloba latifolia*	—
Sterculiaceae		
Mutamba ou Pojó	*Guazuma ulmifolia* Lam.	0.40
Madeiras Apropriadas para Dormentes (Woods Suitable for Cross-Ties) (Maderas Apropiadas para Durmientes)		
Apocynaceae		
Araracanga	*Aspidosperma desmanthum* Muell. Arg.	0.90
Muira-jussara	*Aspidosperma duckei* Hub.	0.89

Nome local (Local name) (Nombre vernáculo)	Nome científico (Scientific name) (Nombre científico)	Densidade (sp. gr.) (Peso específico)
Bignoniaceae		
Páu dárco	*Tecoma* aff. *conspicua* DC.	1.10
Caryocaraceae		
Piquiá	*Caryocar villosum* (Aubl.) Pers.	0.82
Celastraceae		
Cupiúba	*Goupia glabra* Aubl.	0.88
Euphorbiaceae		
Maragonçalo	*Hyeronima alchorneoides* Fr. Allem.	0.69
Piranheira preta	*Piranhea trifoliata* Baill.	0.94
Guttiferaceae		
Ananí	*Symphonia globulifera* L.	0.54
Humiriaceae		
Achuá	*Saccoglotis guianensis* Benth. var. *dolichocarpa* Ducke	1.05
Uchi-pucú	*Saccoglotis uchi* Hub.	0.94
Umirí	*Humiria floribunda* Mart.	0.89
Lauraceae		
Itaúba amarela	*Silvia itaúba* (Meissn.) Pax	0.93
Itaúba preta		1.05
Louro preto	*Nectandra mollis* Nees	0.75
Lecythidaceae		
Jarana	*Holopyxidium jarana* (Hub.) Ducke	0.85
Mata-matá	*Eschweilera mata-mata* Hub.	1.15
Leguminosae		
Acapú	*Vouacapoua americana* Aubl.	1.00
Acapú-rana	*Campsiandra laurifolia* Benth.	1.15
Andira-uchí	*Andira retusa* (Lam.) H.B.K.	0.90
Angelim	*Hymenolobium* sp.	0.80
Angelim falso	*Dinizia excelsa* Ducke	1.15
Apá	*Eperua falcata* Aubl.	0.93
Araparí (T. firme)	*Swartzia fugaz* Benth.	1.17
Buissú	*Ormosia coutinhoi* Ducke	0.90
Coatá-quiçaua	*Peltogyne paniculata* Benth.	1.20
Coraçao de negro	*Cassia scleroxylon* Ducke	1.21
Cumarú	*Coumarouna odorata* Aubl.	1.10
Faveira de rosca	*Enterolobium schomburghii* Benth.	0.85
Jutaí-assú	*Hymenaea courbaril* L.	1.22
Jutaí-pororóca	*Hymenaea parviflora* Hub.	1.05
Muira-juba	*Apulea molaris* Benth.	1.89
Páu roxo (T. firme)	*Peltogyne sp.*	1.00
Sapupira da mata	*Bowdichia brasiliensis* (Benth.) Ducke	1.06
Moraceae		
Tatajúa	*Bagassa guianensis* Aubl.	0.76
Olacaceae		
Acariúba	*Minquartia guianensis* Aubl.	0.89
Sapotaceae		
Balata	*Mimusops* sp.	1.01
Massaranduba (verdadeira)	*Mimusops huberi*	1.01

Nome local (Local name) (Nombre vernáculo)	Nome científico (Scientific name) (Nombre científico)	Densidade (sp. gr.) (Peso específico)
Verbenaceae		
Tarumá grande (do campo)	*Vitex flavens* Kunth.	0.65
Madeiras Apropriadas para Caixas (Woods Suitable for Boxes) (Maderas Apropiadas para Cajas)		
Anacardiaceae		
Páu pombo	*Tapirira guianensis* Aubl.	0.70
Anonaceae		
Araticú do brejo	*Anona glabra* L.	—
Biribá-rana	*Duguetia spixiana* Mart.	0.18
Apocynaceae		
Amapá	*Parahancornia amapa* (Hub.) Ducke	0.60
Páu de colher	*Tabernaemontana* sp.	—
Araliaceae		
Mandioqueira	*Didymopanax longipetiolatum* March.	0.50
Bignoniaceae		
Caróba do campo	*Cybistax antisyphilitica* Mart.	0.53-0.63
Euphorbiaceae		
Seringueira (barriguda)	*Hevea spruceana* Muell. Arg.	0.36
Lecythidaceae		
Churú	*Allantoma lineata* (Berg.) Miers	—
Leguminosae		
Paracachí	*Pentachlera filamentosa* Benth.	0.75
Moraceae		
Muira-tinga	*Olmedioperebea sclerophylla* Ducke	0.62
Sterculiaceae		
Mutamba ou Pojó	*Guazuma ulmifolia* Lam.	0.40
Verbenaceae		
Páu de viola	*Cytharexylon* sp.	—
Vochysiaceae		
Quaruba	*Vochysia max.* e *V. ferrug.*	—
Quaruba azul		
Quaruba branca	*Vochysia vismiaefolia* Warm.	0.62
Quaruba vermelha		

Conclusões

A floresta amazônica cobre, no Brasil, uma area equivalente a 3.200.000 quilometros quadrados. Nesta região vivem cêrca de 1.670.500 habitantes, e ha possibilidade de se conseguir, em outros pontos do Brasil, com relativa facilidade, dezenas de milhares de operarios indispensaveis a um incremento maior da produção.

A região é atravesada por cêrca de 60 mil quilometros de rios navegaveis. Os portos de Belem e Manaus, este no coração do continente, são frequentados por transatlanticos que os pôem em comunição diréta com as outras regiões brasileiras e com os Estados Unidos e a Europa.

Ha algumas centenas de quilometros de estradas de ferro e rodovias e outras estão sendo construidas em varios pontos, justamente onde faltam os rios navegaveis.

O clima é perfeitamente suportavel e não tem, como se julga, uma inconfortavel monotonia durante o ano inteiro. Temperaturas baixas são comuns durante dias seguidos, durante o inverno —Junho, Julho e Agôsto—

ao sul do equador. E as noites são frêscas e as vezes frias.

Conserva-se a saude facilmente em bôas condições desde que se tomem cuidados que em regra não devem ser esquecidos em parte alguma.

Os grandes mercados consumidores —Estados Unidos e Europa— estão relativamente muito perto e a êles a Amazônia já se acha ligada por linhas regulares de navegação.

Em que pesem as vantagens apresentadas, a exploração de madeira é muito menos intensa do que em zonas equatoriais menos favorecidas da Africa. Por que? Quer-nos parecer que isto se deve a falta de tecnica com que ainda hoje se proceda a exploração, mesmo no Baixo Amazonas, e ao pequeno capital das empresas madeireiras. A exploração é muito rotineira. Dispõem elas exclusivamente dos rios navegaveis, limitando-se a aproveitar as arvores mais proximas das margens. Em regra não dispõem de caminhões nem de estradas de ferro. Aproveitam um numero reduzido de espécies. Nada se tem feito em prol da fabrição de celulose e papel.

Se se organizassem grandes empresas madeireiras, pelo menos semelhantes a algumas que já trabalham na Africa, empresas técnicamente bem organizadas, quer-nos parecer que a exploração das florestas amazônicas poderia decuplicar em poucos anos, com grande proveito para a economia de toda a região.

Cuidar-se-ia, ademais, do reflorestamento com un numero reduzido de essências de modo a se facilitar extraordinariamente a exploração futura.

O plano, além de outras cousas, cogitaria:

1. Da exploração das florestas das terras firmes que são as mais ricas.
2. De tornar possivel o aproveitamento de um numero maior de espécies, agrupando-as pelas suas diversas finalidades depois dos estudos que se fizessem mister.
3. Do aparelhamento das empresas com estradas de ferro, caminhões, etc.
4. Do uso quimico das madeiras, pois parece que a exploração das florestas equatoriais não se fará em condições muito bôas sem que se recorram ás industrias de transformação da madeira, para um aproveitamento maior por unidade de area.
5. Do reflorestamento em talhões puros e talvez, de preferência mistos, mas com um numero reduzido de essências.

As florestas amazônicas constituem tremenda riqueza estática, parcamente aproveitada.

O aproveitamento é minimo e de resultados précarios porque o fazem empresas pequenas, desaparelhadas, por processos rotineiros. A organização de grandes empresas bem aparelhadas e usando metodos absolutamente técnicos se faz mister.

(Abridged translation from previous article)

The Amazon and its Forests

Pimentel Gomes
Director, Forest Service, Brazil

Hermano Fernandes
Agronomist

Between latitudes 5°North and 16°South lies de immense Amazon basin, estimated at 3,434,193 square kilometers in area. Within this basin there are three distinct regions: the alluvial plains, firm land, and the high plateaus. The alluvial plains are in the estuary and along the main river and the lower courses of its tributaries. These lands are level, and about 10 percent of the area is inundated each year by floods and high tide. The total area is many thousands of square miles. The predominating tree species in the forests are seringueira and imbauba.

The region of firm lands covers many hundreds of square miles. The elevations are moderately high and the topography is rolling to level. The forest is generally dense, the quality of the soil and the forest cover decreasing with distance from the axis of the valley.

The plateaus are elongated, extending in every direction on each side of the river toward the Guiana mountains to the north and the central Brazilian plain to the south. These high plains are covered by luxuriant forest. At the foot of the sierras which limit them on the north is a zone of savannas crossed in places by wide bands of forest. This region has an agreeable climate and fine waterfalls which may be used for hydroelectric power production.

Climate

The climate of the Amazon basin is generally hot and humid, with zones where temperature never falls below 63°F. On the other hand, there are extensive areas with minimas as low as 40°F. Rainfall is heavy but variable. Nevertheless, the heavy rains which fall in certain parts of Asia and west Africa are not characteristic of this area. Maximum temperatures are somewhat lower than those recorded in several other regions of South America, the United States, Europe, and Africa, as may be observed in Tables 1 and 2.

Table 1.—**Temperature and rainfall in the Amazon Basin**

Station	Latitude	Elevation	Temperature - averages and extremes					Precipitation	
			Mean	Mean Max.	Mean Min.	Abs. Max.	Abs. Min.	Annual Rainfall	No. rainy days each year
Amazon Basin		Feet	°F.	°F.	°F.	°F.	°F.	Inches	
Sena Madureira (Acre)	9°04'S.	405	77.4	92.0	67.6	99.5	41.0	81.2	138
São Gabriel (Amazonas)	0°08'S.	228	77.8	87.8	71.4	100.4	51.8	116.4	219
Manus (Amazonas)	3°08'S.	132	79.9	88.5	72.9	100.0	63.7	68.9	167
Clevelandia (Pará)	3°49'N.	189	77.0	88.0	69.1	101.8	60.8	127.6	221
Belém (Para)	1°28'S.	42	78.1	89.2	72.0	95.2	65.3	110.4	250
Taperinha (Pará)	2°30'S.	63	78.1	87.6	72.5	98.8	65.3	77.5	205
Conceição Araguaia (Pará)	8°15'S.	480	77.8	90.5	68.2	101.1	54.0	67.5	118

Except for rainfall, daily climatic variation is small. The atmospheric disturbances characteristic of high latitudes and which account for extreme climatic variation are practically unknown to the basin. Atmospheric pressure varies only a few millimeters. Violent winds are rare In the words of Carlson, "After sunset the air in the Amazon valley cools off rapidly. In several places, especially between midnight and daybreak, cold weather is so penetrating as to be uncomfortable. Night temperatures near 60°F. are not rare. It may be said that the night is the winter time in these tropical regions."

Table 2.—**Temperature in the Amazon Basin compared to that in other parts of the world.**

	Temperatures Maximum °F.
Amazon Basin	101.8
Death Valley (U.S.)	135.0
San Diego (U.S.)	109.9
Santiago del Estero (Argentina)	115.7
Buenos Aires (Argentina)	103.1
Salamanca (Spain)	112.3
Paris (France)	104.0
Catani (Italy)	101.7

Health

The region is more healthful than is generally believed. With proper care perfect health may be enjoyed. Endemic diseases are disappearing from large areas due to modern tropical hygiene methods and improvements in living standards and in nutrition. The American Mission, headed by William Schurz, concluded that: "The Amazon valley does not deserve the reputation of a hot, humid, unhealthy climate. On the contrary, for an equatorial region, it possesses a rather agreeable climate and in no way is deadly to visitors or colonists. Generally, the climate of the whole watershed is very uniform and regular. The Amazon basin is characterized by lower atmospheric humidity than the Far East. Consequently, Europeans are able to accomplish more work with less effort in the Amazon basin. Never during the nine months of our journey did atmospheric humidity provoke "the depressing muggy feeling" so frequent in the low countries of British Malaya and the Netherland Indies."

Malaria, until recently a dangerous enemy within the region, was a consequence of colonization. The trilogy man, mosquito, and plasmodium, the latter brought from other regions by inmmigration, did not originally exist in the Amazon.

Communication

The best means of transportation in the basin will always be by water, since there are some 40,000 miles of navigable river courses. Comfortable transatlantic ships go up the Amazon to Manaos. Large ships also go to Iquitos, Perú, after 2,000 miles of river navigation within Brazilian territory. The Madeira, Jurúa, Purús, Tocantins, Guaporé, Tapajos, and Xingú rivers, in decreasing order of navigability, are also important.

Communication is further facilitated by the Madeira-Mamoré railroad, 228 miles long, linking the basin with the northeastern region of the neighboring republic of Bolivia. The Tocantins railroad, 51 miles long, serves the area adjacent to the river bearing that name. The Bragança railroad, 183 miles long and with a terminus in Belem, traverses the Bragantina region in the northeastern part of the State of Pará.

Principal Tree Species

Taking as a basis several works, especially those of Paul Le Cointe, former director of the Belem Commercial Museum and a scientist who has lived more than 30 years in the Amazon, the principal tree species of the basin are here listed and grouped according to uses. (See Table 3, page). This list includes woods little known outside of the Amazon basin but which might well merit exportation.

Exploitation

Exploitation has been hindered by the lack of labor. The population of the entire basin in 1945 was only 1,670,500, or about one person per square mile. Of the 2,500 timber species, very few are used. The forests of the states of Pará and Amazonas and the territories of Amapá, Acre, and Guapore are under exploration at present. Inaccessibility, lack of labor, and transportation difficulties have prevented exploitation in the Rio Branco Territory, which is also very rich in valuable timber species.

Thanks to the rivers, it has been possible to harvest at least part of the forests in northern Matto Grosso and Goias. On the other hand, in Pará, only firm-land forests have been cut. Exploitation has taken place

chiefly in the Ilhas region because of the abundance of natural channels navigable for large ships. In Amazonas and Amapá conditions are very similar to those of Pará. In Amapá the rivers are not long but are navigable to the first waterfalls for various types of ships. Many logs are floated down in rafts.

In Acre the forests are at higher elevations, the rivers are small, and navigation is more of a problem since the area is more than 2,600 miles upstream from Belem. Even so, one precious wood (aguano or mogno brasileiro) is being exploited. This species is harvested at Alto Purús (municipality of Sena Madureira) along the Envira and Jurupari rivers (municipality of Feijo) and the Tarauacá river (municipality of Tarauacá). The most important sources of this wood are in the rough upper reaches of the valleys of the Purús and Jurúa rivers and in the area separating these valleys from that of the Ucaiali river.

In Amazonas an essential oil is obtained from the bark of pau rosa for use in perfumery. Distilleries in Itacoatiara, Amazonas export this product to the United States.

Timber Exports

Timber species exported at present include macacaúba, quarúba, andiróba amarela, massaranduba, freijó, louro, itaúba, pracuúba, mangue, and sucupira. In addition, cédro, jutaí, magençalo, araracanga, cupiúba, and acapú are shipped long distances within Brazil for domestic use. In Belem, castanha, sabao, borracha, and white woods such as pará-pará and morótotó are used in box and crate construction.

In spite of accessibility and other advantages, timber utilization in the Amazon basin is little developed, less so than in the corresponding equatorial zones of Africa. It seems that this is due to the lack of technique in exploitation and lack of capital. Exploitation is very superficial, depending exclusively upon river transportation, limiting utilization to river margins. Only a few species are cut. No attempt has been made to produce pulp or paper.

If large, well organized timber enterprises were organized, similar to some already existing in Africa, the Amazon forests could be developed in a few years with great benefit to the economy of the whole region.

This development also calls for:

1. Utilization of the forests in the firm lands, the richest of them all.
2. Utilization of a greater number of species in accordance with their respective utilities after necessary research has been accomplished.
3. Construction of additional railroads and other means of transportation.
4. Research in chemical use of woods.
5. The formation of pure stands or perhaps simple mixtures to facilitate efficient utilization.

(Traducción abreviada del artículo anterior)

Los Bosques Amazónicos

En el Brazil, entre las latitudes 5°N y 16°S se extiende la inmensa cuenca del Amazonas con una extensión que ha sido calculada en unos 3.434.193 kilómetros cuadrados o sea poco menos de la mitad de la extensión total del Brasil (8.500.000 Km^2). En esta cuenca están comprendidas tres regiones diferentes: las planicies aluviales, la tierra firme y los altiplanos. Las planicies aluviales se encuentran en el estuario, a lo largo del río Amazonas y de sus tributarios. Las planicies aluviales son tierras planas y bajas pero contrario a lo que se cree sólo el diez por ciento de su extensión se inunda anualmente. La extensión de esta zona es de muchos miles de millas cuadradas. Las especies arbóreas que predominan son la seringueira y la imbauba (según la nomenclatura local).

La zona de tierras firmes incluye muchos miles de millas cuadradas. La elevación es medianamente alta y la topografía de ondulante a plana. El bosque es por lo general denso y la composición del suelo y la cubierta forestal varían según se van alejando del eje del valle.

El altiplano está constituído por fajas alargadas que se extienden en todas direcciones a cada lado del río hacia las montañas de las Guayanas en el norte y hacia la planicie central brasilera en el sur. Este altiplano está cubierto de un bosque exuberante. En las faldas de las sierras que la limitan en el norte existe una zona de sabanas atravesada aquí y allá por anchas fajas de bosque. Esta zona tiene un clima agradable, con ríos cuyas cataratas pueden usarse para la producción de energía eléctrica.

Clima

De un modo general el clima es caliente y húmedo, con zonas donde la temperatura nunca es menor de 17°C, en contraste con áreas extensas con mínimas de 5°C. La precipitación es elevada pero variable. Sin embargo nunca se registran allí los pesados aguaceros que caen en ciertas partes de Asia y algunos puntos de la costa occidental del Africa. Las temperaturas máximas son algo inferiores a las que se observan en varias otras zonas de la América del Sur, Estados Unidos, Europa y Africa, según puede observarse en las tablas número 1 y 2.

Tabla 1.—**Temperatura y precipitación en la planicie amazónica**

Estación	Latitud	Altitud	Temperaturas - Medias y Extremas					Precipitación	
			Media	Media Máxima	Media Mínima	Máxima Abs.	Mínima Abs.	Anual	Días lluvioso
		Pies	**°C**	**°C**	**°C**	**°C**	**°C**	**Mm.**	**Núm.**
Planicie Amazónica									
Sena Madureira (Acre)	9°04' S.	405	25,2	33,3	19,8	37,5	5,0	2.062,5	138
San Gabriel (Amazonas)	0°08' S.	228	25,4	31,0	21,9	38,0	11,0	2.956,0	219
Manaus (Amazonas)	3°08' S.	132	26,6	31,4	22,7	37,8	17,6	1.750,9	167
Clevelandia (Pará)	3°49' N.	189	25,0	31,1	20,6	38,8	16,0	3.241,3	221
Belém (Pará)	1°28' S.	42	25,6	31,8	22,2	35,1	18,5	2.804,7	250
Taperinha (Pará)	2°30' S.	63	25,6	30,9	22,5	37,1	18,5	1.969,9	205
Conceição Araguia (Pará)	8°15' S.	480	25,4	32,5	20,1	38,4	12,2	1.716,6	118

Tabla 2.—**Examen Comparativo del clima**

	Temperatura máxima
	°C
Planicie Amazónica	38,8
Death Valley (EE.UU.)	57,2
San Diego (EE.UU.)	43,3
Santiago del Estero (Argentina)	46,5
Buenos Aires (Argentina)	39,5
Salamanca (España)	44,6
París (Francia)	40,0
Catani (Italia)	38,7

Con excepción de las fluctuaciones de la lluvia, las variaciones diurnas de los demás factores climáticos son pequeñas. No se conocen en la planicie los cambios atmosféricos inherentes a las latitudes elevadas y que hacen al clima tan variable son prácticamente desconocidas en la planicie. Las oscilaciones barométricas no pasan de algunos pocos milímetros. Los vientos violentos son muy raros aquí. Refiriéndose al clima de la Amazonia brasilera escribió F. A. Carlson: "Después de la puesta del sol en el valle amazónico el aire se enfría rápidamente. En varios sitios, especialmente entre la media noche y el amanecer el frío es tan penetrante que llega a ser incómodo. No son raras las temperaturas nocturnas de cerca de 15°C. Puede decirse que la noche constituye el invierno en estas regiones tropicales."

Salud

La región es mucho más saludable de lo que generalmente se cree. Se vive gozando de perfecta salud si se observan algunos cuidados. Las dolencias endémicas están desapareciendo de áreas bien grandes, gracias a los métodos modernos de higiene tropical y al mejor nivel de vida y nutrición. La Misión Americana, encabezada por William Schurz llegó a la conclusión de que: "El valle del Amazonas no merece la reputación que se le ha creado de tener un clima caliente, húmedo e insalubre. Por el contrario, para ser una región tropical goza de un clima relativamente agradable y no es en ninguna forma mortífero al colono o al viajante de países tropicales. De una forma general debe considerarse el clima de toda la cuenca hidrográfica como muy uniforme y regular... La cuenca amazónica posee menor humedad atmosférica que las regiones de Oriente. Por consiguiente, el europeo es capaz de mayor trabajo con menos esfuerzo en la Amazonia. Durante los nueve meses de nuestro viaje por aquellos parajes nunca provocó la humedad atmosférica la "sensación opresiva, húmeda y sofocante" tan frecuente en las tierras bajas de la Malaya Británica y de las Indias Holandesas."

El paludismo, que constituía anteriormente un terrible flagelo, fué una consecuencia de la colonización. El trinomio: hombre, mosquito y plasmodio no existía anteriormente en la planicie pues éste último lo trajeron las corrientes inmigratorias.

Vías de Comunicación

Con cerca de 60.000 kilómetros de cursos de agua navegables la vía fluvial es y continuará siendo el medio de transportación más importante de la región, especialmente en el caso de cargas pesadas. Los trasatlánticos suben por el Amazonas hasta Manaos y los vapores grandes llegan hasta Iquitos, Perú a lo largo de 3.163 kilómetros en territorio brasilero. Siguen en orden de navegabilidad los ríos Madereira, Jurúa, Purús, Tocantins, Guaporé, Tapajos y Xingú.

Este sistema fluvial de comunicaciones y transportes está complementado por la línea de ferrocarril de Madeira a Mamoré con una extensión de 367 kilómetros y el cual conecta la Amazonia con la zona nordeste de la vecina república de Bolivia; la línea de ferrocarril de Tocantins de 82 kilómetros y la línea de ferrocarril de Bragança de 294 kilómetros que atraviesa la región bragantina en el estado de Pará. Hay algunas carreteras construídas y otras en construcción.

Principales Especies Forestales

De acuerdo con varios trabajos, especialmente los de Paul Le Cointe, antiguo director del Museo Comercial de Belém y científico que vive en la Amazonia desde hace más de treinta años, damos a continuación una lista de las principales especies forestales de la región catalogadas según los usos. (Véase la tabla número 3. páginas 144 a 151). La finalidad de esta lista aunque muy incompleta es facilitar el conocimiento de las maderas hoy día poco conocidas fuera de la Amazonia y que podían muy bien figurar en la exportación.

Explotación

En el presente se aprovechan los bosques de los dos estados y de tres de los cuatro territorios que constituyen la región norte o sea la Amazonia propiamente dicha: Pará,

Amazonas, Amapá, Acre y Guaporé. Las distancias y la escasez de brazos han impedido que se extienda la explotación al territorio de Río Branco, también rico en maderas valiosas.

Gracias a los ríos ha sido posible aprovechar por lo menos parte de los ríos del norte de Mato Grosso y Goiás. En Pará sólo se ha cortado en la zona de tierra firme. En la región de las Ilhas gracias a la abundancia de canales naturales la explotación se ha hecho con más preferencia que en otros sitios. En Amazonas y Amapá las condiciones de explotación son similares a las de Pará. En Amapá los ríos no son largos pero son navegables hasta las primeras cataratas, por varios tipos de embarcaciones. Las trozas pueden flotar en balsas desde los ríos altos.

En Acre las tierras son más altas, los ríos menores y las condiciones de navegación más precarias ya que se encuentra a más de 4.200 kilómetros de navegación del puerto de Belém. Aún así se explota una madera preciosa, el aguano o mogno brasileiro. Esta especie se aprovecha también en las regiones del alto Purús (municipio de Sena Madureira), ríos Envira y Jurupari (municipio de Feijó) y río Tarauacá (municipio de Tarauacá). La distribución mayor de esa madera se encuentra en los valles altos de los tributarios de los ríos Purús y Jurúa y en la zona de división de aguas de estos ríos con el río Ucaiali.

En el estado de Amazonas es notable la explotación del pau rosa de cuyo leño se destila un aceite finísimo empleado en perfumería. En Itacoatiára, en las márgenes del Amazonas, en encuentran algunas destilerías que exportan este producto a los Estados Unidos.

Maderas Exportadas

Uno de los males de la explotación forestal en la Amazonia brasilera es que de las 2.500 especies maderables existentes muy pocas son aprovechadas en el presente. Se exportan principalmente las maderas siguientes: macacaúba, quarúba, andiróba amarela, massarandúba, freijó, louro, sucupira, itaúba, pracúuba y mangue. Además, para otros puntos del Brasil, además de las maderas citadas se envía también cedro, jutaí, magençalo, araracanga, cupuíba y acapú. En Belém se usan para cajas de embalaje las siguientes maderas: castanha, sabao, borracha y entre las maderas blancas pará-pará y morótotó.

A pesar de la accesibilidad y otras ventajas, la explotación maderera en la cuenca amazónica es mucho menos intensa que en las menos favorables zonas ecuatoriales africanas. ¿Por qué? Nos parece que esto se debe a la falta de técnica en la explotación y falta de capital. El aprovechamiento es muy rutinario, limitado a aprovechar los árboles cercanos a las márgenes de los ríos. Se aprovecha un número reducido de especies. No se ha hecho ningún esfuerzo en pro de la fabricación de pulpa y papel.

Si se organizasen grandes empresas técnicas madereras, parecidas a algunas existentes en Africa, los bosques amazónicos podrían desarrollarse en pocos años con gran provecho para la economía de toda la región.

El plan de desarrollo conllevaría entre otras cosas:

1. La utilización de los bosques de las tierras firmes que son las más ricas.
2. La utilización de mayor número de especies de acuerdo con sus distintas aplicaciones derivadas de amplias investigaciones.
3. La construcción de carreteras adicionales y demás vías de transporte.
4. Investigaciones sobre el uso químico de las maderas.
5. Reforestación creando rodales puros o mixtos pero con un número reducido de especies diferentes.

Los bosques amazónicos constituyen una tremenda riqueza estática, parcamente aprovechada.

Note on the Development of Forest Policy in British Guiana *

CHRISTOPHER SWABEY
Conservator of Forests
British Guiana

Foreword

The author is embarrassed at the inadequacy of the treatment it has been possible to give to this subject: any satisfactory treatment would have required research on a scale which (it became increasingly apparent) was not feasible within the limits of time at his disposal. At most he has but indicated the general trend of development, and hopes that some day it will be possible to fill the many lacunae which are only too obvious in this brief note.

The Dutch Period

In the early days of Dutch Settlement in British Guiana, one of the most important activities was the establishment of posts on the rivers where trade goods were bartered with the Amerindians for various commodities. Among these commodities was letter-wood, and for many years this was the only timber which appears to have been traded, the other commodities being "Oriane dye" (anatto), hammocks and corials.

Harcourt (1), writing of the first decade of the 17th century, refers to letter-wood in the following terms: "There is also a red speckled wood in that country, called *Pira timinere*, which is worth 30 or 40 pounds a tunne: it is excellent for Ioyners worke: as Chaires, stooles, bedsteds, presses, cupboards and for wainscot."

As early as 1624 there is evidence that trade in letter-wood already existed: in a manuscript of that date (2) there is a full description of the entrance to the River "Eziquebe" and it is stated: "There is no place along the whole coast of Guiana where a larger quantity of Oriane dye is to be found, than there, nor better. There is also fine letter-wood . . . . " The trade apparently increased rapidly and "a chance record informs us that in 1669 a single ship brought home from Essequibo some 60,000 pounds of sugar and 20,000 pounds of letter-wood, indication of a considerable export trade" (3).

The records which the writer of this note has been able to consult throw no light on the conditions under which this trading took place— it is quite possible that the only control placed on the traders was the payment of tonnage dues on their vessels. In 1670 the West India Company had been established with a trade monopoly and no doubt extracted their pound of flesh from the letter-wood traders.

By the middle of the 18th Century the custom of granting permissions to cut timber was apparently well-established, though there are no indications that there was any control of cutting: the following interesting petition addressed to the Court of Policy has survived (4):

"To the Director-General and the Court of Policy, in Session at Fort Zeelandia, the 4th July, 1756: Mr. Isaac Knott, citizen and inhabitant of the river of Demerary, very respectfully makes known that he would be glad to have permission to cut timber for a few consecutive years in the Rivers of Waini and Pomeroon; he therefore humbly requests you, the Director-General and Councillors, to be pleased to have the goodness to grant him, the petitioner aforesaid, permission to cut timber in the aforesaid rivers, for the time of 6, 8, or more consecutive years, as you may determine, on condition of paying once per year a recognition of 1,000 florins to the West India Co. and, moreover, all the tonnage dues of the incoming barques, according to the custom of these lands."

Actually Knott's petition brought up a major question in the development of what is now British Guiana: Storm Van's Gravesande, the Director-General, felt that at this stage it was essential to strengthen the settlement of the Demerara and Essequibo Rivers, and that to dissipate the limited resources of slave labour by granting timber concessions in the Waini and Pomeroon, Mahaicony and Berbice, was likely to weaken the defences of the country in the event of slave rebellion or aggression from overseas.

* From "Timehri", Journal of the Royal Agricultural and Commercial Society of British Guiana, July 1950.

He found it difficult to convince either the planters or the Zeeland Chamber that it was more important to consolidate the unspectacular development of the "home" rivers at the expense of quick and ephemeral profits from the letter-wood trade on the "far" rivers (letter-wood was not found on the Demerara River). From internal evidence of the Van's Gravesande letters it appears that wood cutting (still letter-wood only) was permitted unconditionally by the Company on the Berbice River. During this period the use of Guiana timbers, either for domestic or export purposes, was negligible. Letter-wood was the only timber with an export market and housing on the plantations was generally round-pole or adzed framing with Truli roofing, except when Dutch bricks and tiles in ballast from the Netherlands were available. Possibly, siding or flooring for local uses was split and adzed out of Determa (the "jitima" of Van's Gravesande). Otherwise the forests were merely a hindrance to development — they had to be removed before the permanent crops of civilization could take their place.

It was not till the latter part of the 18th Century that the timber which has since dominated the forest history of Guiana was produced in commercial quantities. Exports of Greenheart logs are said to have begun in 1770 when a small shipment was landed in Liverpool.

The Nineteenth Century

By the turn of the Century the domestic use of Wallaba for shingles, staves, posts and charcoal had begun, but the author has not been able to trace when the export trade in these commodities to the West Indian Islands was started. It would appear that the first attempt to regularise woodcutting was under the Crown Lands Ordinance of 1871. Prior to this the bulk of the timber produced had ostensibly come from the old Dutch estates: a Commission set up in 1854 to go into the question of title to these lands had made a number of recommendations for the resumption by the Crown of estates where no valid ownership could be proved, but nearly 30 years later it was stated that at least 90 percent of the wood cut on the Essequibo came from the old Dutch Grants (5). This, coupled with widespread abuse of the free Indian permit, resulted in a complete lack of control of wood-cutting and absolutely no direct return to the community in compensation for the exploitation of the forests. The 1871 Ordinance provided that on woodcutting tracts (normally 100 acres) a rent of 30 cents per acre was payable: no royalties were payable and no conditions were imposed, other than the licensee should put up a notice board on his boundary pal. As the total supervisory staff for the Colony amounted to the Crown Surveyor, his assistant and two clerks, it meant that any operator could pay $30.00 per year and cut as much timber as he liked. Production levels for export Greenheart logs were very high at this time, the peak year being in 1861 when over 800,000 cu. ft. was exported.

At this period the sawmill industry was practically non-existent: all sawn boarding was imported from North America, averaging 10-15 million board feet per year. Local timber output was either in the form of "shipping timber", squaring 12 inches or over, or "framing timber"', generally squaring 6 to 8 inches. This was all Greenheart. So the position was that all local house building was based on hewn Greenheart framing with imported pine boarding: during the last quarter of the 19th Century a few sawmills were established. In 1880 for instance, there were two steam sawmills in Georgetown and one water-power mill at Christianburg.

During this period, for the first time, there is evidence of uneasiness at the destructive methods of the woodcutters and between 1880 and 1890 responsible officers of the Government and private individuals expressed strong views on this problem. This culminated in the passing of the Crown Lands Ordinance of 1886, followed by the Balata Regulations of 1887, the Crown Lands Regulations of 1890, and finally the Indian Regulations of 1890.

A strong case for reform of policy was made in 1882 by Hon. W. Russell and Messrs. M. McTurk, C. M. Pearce and Wm. Walker, (6) while successive Crown Surveyors emphasized the need for improvement of forest control. McTurk remarks: "The necessity for the conservance (sic) of the forests has long been apparent to many who have had the opportunity of seeing the reckless manner in which the forest is being denuded of its most valuable trees. No restrictions as to size, time of cutting or kind to be cut are placed on the licensed wood-cutter by the Government." Comment was also made on the enormous number of small trees, mostly greenheart, which were cut for rollers: all haulage was manual and very large numbers of rollers were required, as the accessible timber got further from the river banks.

This, coupled with the cutting of "framing timber", was said to have almost wiped out the younger trees in many areas. It was believed that this decimation of the forest was further aggravated by the collection of greenheart seed, which was exported for the manufacture of "bibirine", a medicine said to be similar in its efect to quinine. Among other measures proposed were the institution of minimum cutting limits, that economic species should be left spaced through the forest (both in ordinary woodcutting operations and in firewood and charcoal licenses), that royalty should be paid, that grant registers and removal permits should be instituted, that the forest be marked out into convenient blocks for working and that suitable resting periods should be insisted upon.

In 1889 the Crown Surveyor reported as follows (7): "The number of reefs of greenheart within easy reach of water carriage are yearly becoming more and more scarce and further away from navigable watercourses. In no very remote time the stock of timber will be exhausted, as the tree takes many years to reach maturity and no steps are taken towards replanting. I am convinced that some system of forest conservation should be established."

This is a recurrent cry in the greenheart history of the Colony, but so far it has always been met by the opening up of virgin forests, which has been made possible by the development of new methods of extraction: from manual haulage to cattle haulage, to steam (and later gasolene) winches, to railways, tractors and trucks. This, of course, is not the real answer, as we are still dependent on opening up virgin forest to fill our export piling requirements: with proper management, we should now have been drawing these supplies, to a considerable extent, from the previously worked-over forest areas.

The new Woodcutting Regulations of 1890 were a step in the right direction: a little royalty was now being collected and the minimum timber size of 10 inch square coincided with the increase in the number of sawmills, so that the practice of using small-dimension hewn framing timber declined. There was, however, no control of the cutting of young trees for rollers, the Indian Regulations were still being abused and the practice of granting permissions for scattered trees was largely increased. In fact in 1907, while there were only 46 wood-cutting licences in force, 178 permissions to cut scattered trees were issued: this is a particularly dangerous method of cutting and has little to commend it.

The Twentieth Century

An important step in the recognition of forest management problems was the appointment in 1910 of 5 forest Rangers and of an officer of the Lands Department as Forest Officer: during the next 15 years Mr. Anderson and his successor, Mr. Hohenkerk. undertook the first Forest Valuation Surveys to be done in British Guiana. It had become obvious that development of our forest resources could not be logically pursued without a knowledge of the species and quantity of trees found in the forests. Small sample sections in various parts of the Colony were enumerated, specimens were collected for botanical identification and wood samples prepared.

Unfortunately, it was found necessary to second these experienced officers for prolonged periods to other duties, and though much excellent work was done, it was not possible to pursue the work to its logical conclusion.

In 1919 the Crown Lands Regulations were revised and, with minor amendments, still remain in force to-day. These regulations were primarily designed to safeguard revenue and there was little attempt to control woodcutting operations in the field or to ensure proper regeneration of the forest. Indeed with a staff of half a dozen rangers with no transport facilities it was manifestly impossible to do regular inspections of woodcutting areas. By this time the number of steam sawmills in the Colony had increased to 20, stimulated by the difficulty of securing imported lumber from North America during the War. Greenheart exports had dropped, again owing to war-time shipping difficulties, but there was considerable increase in the production of crabwood and other timbers for local use.

In 1922 the Lands and Mines Department undertook for the first time the certification of export timbers: this was done on a voluntary basis and it was not till 1937 that compulsory inspection and certification of export timber was provided for by Law. This is essential for the protection of the industry against the bad effects of shipping poor quality material.

By 1925 it had become apparent that the forestry investigational work required necessitated fulltime staff, and a Forest Department, independent of the Lands and Mines Department, was established in that

year. During the next 25 years the Forest Department steadily undertook the valuation of the most important forest areas by strip enumeration surveys: identified and collected samples of many thousands of trees: prepared and distributed samples of scores of timbers for testing and had many minor forest products analysed and tested: investigated the regeneration of the greenheart forests, and evolved a satisfactory technique which has been applied to approximately 25,000 acres of forest: established proper seasoning technique for local timbers and operated seasoning yards with an annual turnover reaching a million board feet.

During the 30 years from 1919 to 1949, there was virtually no change in the methods of control of wood-cutting operations, although revolutionary changes in the timber industry had taken place. As we have seen, conditions arising from the 1914-18 War induced an increase in the demand for local sawn timber and a consequent increase in sawmills (20 in 1919): the slump in the late twenties and early thirties brought in imported lumber at fantastically low prices and the local industry declined. By 1939 however, production had improved and there were 30 mills operating: the advent of the gasolene or diesel engine and the light circular sawmill made it possible to set up mills at a lower capital cost than the steam-powered gang mill. Still, however, the overwhelming emphasis was on greenheart, which in 1939 represented 80 percent of the total log production from the forests and 95 percent of the timber exports.

The war, while it stimulated the demand for greenheart, also affected the supply of mechanical equipment on which the industry now depended: production of greenheart steadily declined throughout the war, but, in compensation, production of timbers other than greenheart equally steadily increased. Mora, crabwood, and the soft-hardwoods were available adjacent to the rivers and could be extrated with little or no mechanical equipment. Small mills to deal with this production sprang up everywhere, and by 1949 they had increased from 30 (in 1939) to 79. The increase was almost entirely in circular sawmills with internal combustion engines, though two band mills have recently been installed.

Since the end of the war, production of greenheart has increased and is now at a level 50 percent higher than before the war, but production of timber other than greenheart has increased to a really remarkable degree. Whereas the 1939 production of timber other than greenheart timber was 191,000 cu. ft., the 1949 production was over 2 million cu. ft. and the proportion of greenheart to total production declined from 80 percent to 39 percent.

The Future

These major changes in the industry and the possibility of large scale development in the post-war years have led to a major development in policy. It is interesting to note that current timber production is now 3½ times greater than before the war and that greenheart no longer dominates the market to the extent that it has done in the past.

With these facts in mind, a far-reaching statement of forest policy was enunciated by the Governor in 1948: the whole purpose of the new policy is to ensure that the forests are worked in such a way that they will be permanently productive and not "mined" as for a mineral.

The problem really resolves itself into the management of three main groupings of forest types:

1. Regeneration and improvement of the "gregarious" forests — greenheart forest, wallaba forest, and mora forest — which are **intensively** exploited, mainly for one species.
2. Regeneration and improvement of the mixed forests — which are **extensively** exploited (as opposed to **intensively**) for a number of different species scattered through the forest.
3. Improvement of the large areas of now unproductive forest situated accessibly along the major rivers and unsuitable for permanent agriculture: much of this is over-exploited, ravaged by fires and/or cleared by shifting cultivation.

In order to solve these problems we must in the first place try and assess in what direction improvement of our forests is required — in other words, what types of timbers should be encouraged? We can say at once that, apart from the speciality heavy hardwoods such as greenheart, and purpleheart, which are likely to have permanent markets on account of their special properties, the major domestic and world timber requirements are (and are likely to remain) for light hardwoods — timbers which are readily worked, not too hard or heavy, and suitable for purposes for which coniferous softwoods and some of the temperate zone hardwoods (oak, beech, etc.) are used. In this category would come crabwood, determa,

silverballi, dukali, etc. At the same time we must maintain cheap and accessible supplies of wood for fuel.

So we can now further define the problem in the following terms:

1. Regeneration of greenheart forest for permanent production.
2. Maintenance of accessible fuel forest for domestic and West Indian firewood and charcoal markets (wallaba mainly).
3. Improvement of the mora mixed and unproductive forests to supply an increasing proportion of light hardwoods.

This of course does not mean to say that we should ignore the possibility of other types of utilisation — pulping or veneering, our programme must be sufficiently flexible and adaptable to meet changing market requirements, and the problem stated above is obviously an over-simplification of a complex problem.

The greenheart forests present their own particular problem but the general objectives are clear: sound forest management requires that the smaller trees should be left to develop, and that the older mature trees should be removed to make way for them: it also requires that sufficient "mother" trees should be left on any woodcutting area to supply seed of economic species. And, most important of all, it requires that the forest should undergo a regeneration and resting period after it has been worked. All this was quite impossible under de old system of scattered, haphazard and uncontrolled fellings: with limited demand and markets it was perhaps inevitable that the process of "creaming" should have been carried out. This process involves the removal of a very few selected trees from large areas of forest, regardless of the silvicultural requirements of the forest: this was particularly so in the case of greenheart forest. This type of forest contains relatively few trees of the special sizes required for export piling and these are medium-sized trees: this has meant that the old mature greenheart trees, which had virtually stopped growing, were still left in the forest and only smaller trees removed. Thus, the forests are stagnating instead of improving. With the increase in demand for sawn greenheart and for other species it becomes possible to exploit the forests somewhat more intensively, and to remove some of the larger, stagnating trees, to allow more space for the young and vigorous new crop. It is, of course, true that in the natural forest the young greenheart will come up in small openings of the canopy, and it is true that, at least in their early life, they prefer a considerable degree of shade. If the forest is opened up at all, the openings are immediately colonised by fast-growing secondary species which tend to smother the young greenheart. This is a familiar process in all forests and the forester has learnt to use this secondary growth as a "nurse" under the shade of which the new economic crop can be raised. This process requires considerable attention in the way of thinning out the secondary growth and generally assisting the young economic trees. It is obviously impossible to undertake this work if felling is permitted in haphazard fashion all over the forest, and for this reason the "block" system is adopted.

The wallaba forests again present a most formidable regeneration problem: there are very large areas of land, particularly in the Demerara-Essequibo watershed which have been so heavily exploited for firewood and charcoal that the forest has virtually been destroyed and it is probably a matter of hundreds of years before these unfertile white sands will bear productive forest again. The result is that every year we have to go further and further afield for our fuel supplies as we have left no young wallaba crops behind us. In the past no attempt has been made to leave the smaller trees in these fuel areas, nor have mother trees been left to supply seed. This destructive form of exploitation must be modified.

An entirely different problem arises in the mixed forests: here there are no concentrations of marketable species and economic trees are scattered through the forest one by one. Thus there is no possibility of concentrated improvement operations after intensive exploitation: the most we can do is to prohibit the felling of immature trees and hope for natural regeneration. This brings us to our final problem — the improvement of the unproductive forests of the river margins: to the author's mind this represents one of our gravest problems in land-use in the Colony. There are thousands and thousands of acres of worthless bush occupying some of the most accessible areas along our rivers. Wherever these areas are suitable for permanent agriculture or grazing they should be so developed, but wherever they are **not** suitable, they should be converted into productive forests, growing the light hardwoods which the market demands. The extent to which these areas can be improved by natural means (by climber-cutting and thinning, and so on) remains to be seen: it

will no doubt be necessary to supplement this by the artificial establishment, by sowing and planting, of the trees we require, and this problem will receive detailed investigation.

In this note we have attempted to show that the great forest resources of the Colony, in the future of which we so confidently believe, can only remain permanently and increasingly productive if they are managed on the fundamental principles of scientific forestry. There will always remain a conflict between exploitation of to-day and conservation for tomorrow and the success or failure of our forest policy will, in the long run, be judged by our ability to find a via **media**: it is to this that all our efforts must be directed.

LITERATURE CITED

1. HARCOURT, ROBERT. 1613. A relation of a voyage to Guiana. Reprinted, Hakluyt Society, London 1928. p. 104.
2. BRIT. MUS SLOANE MSS 179B. Reproduced in Ven. Arb. Brit. Appendix 1. pp. 59-62.
3. "DESPATCHES OF STORM VAN'S GRAVESANDE", edited by C. A. Harris and J. A. J. de Villiers. Hakluyt Society 1911, Vol. 1. Introduction p. 19.
4. VEN. ARB. BRIT. App. ii, p. 128.
5. MCTURK, M. 1882. Notes on the forests of British Guiana. Timehri: 1, 172.
6. TIMEHRI, No. 1. 1882.
7. ANNUAL REPORT OF CROWN SURVEYOR FOR THE YEAR 1888. British Guiana.

(Traducción del artículo anterior)

Nota Sobre el Desarrollo de la Política Forestal de la Guayana Británica

Preámbulo

El autor se siente algo desconcertado ante lo inadecuado del modo en que ha tratado este tema ya que para ser satisfactorio se requeriría una investigación (que se hacía sentir cada vez más) en escala tal que no era factible dada la limitación del tiempo de que disponía. Cuando mucho lo que ha hecho es indicar solamente la tendencia general del desenvolvimiento de la política forestal y espera que algún día será posible llenar muchas lagunas que son obvias en esta corta nota.

El Período Holandés

En los comienzos de la colonización holandesa de la Guayana Británica una de las actividades más importantes era el establecimiento de avanzadas en los ríos donde se efectuaba entre colonos e indios el intercambio de mercancías por diversas comodidades necesarias al colono. Entre esas comodidades se encontraba la madera de *Piratinera guianensis* y por muchos años ésta parece haber sido la única madera en el mercado, siendo las otras comodidades anatto (tinte Oriane), hamacas y canoas.

Harcourt (1) al escribir sobre la primera década del siglo 17 se refiere a la madera mencionada anteriormente en los siguientes términos: "También hay en ese país una madera roja moteada llamada *Pira tinsinere* que vale de 30 a 40 libras por tonelada; es excelente para sillas, bancos, armaduras de camas, aparadores y cornisas."

Existe evidencia en el sentido de que ya para 1624 se comerciaba con esa madera: en un manuscrito de esa fecha (2) hay una descripción completa de la entrada del río "Eziquebe" que lee como sigue: "Ningún otro sitio a lo largo de la costa de la Guayana tiene tan gran cantidad y tan buena calidad de achiote (anatto o Bixa). También hay "letter-wood" . . . . Su comercio aparentemente aumentó con rapidez y "un registro casual nos informa que en 1669 un barco trajo desde Essequibo unas 60.000 libras de azúcar y 20.000 libras de "letter-wood", lo cual indica un considerable comercio de exportación" (3).

Los registros que el autor de esta nota pudo consultar no arrojan ninguna luz en cuanto a las condiciones bajo las cuales tuvo lugar este comercio — es casi posible que el único control ejercido sobre los mercaderes era el pago de impuesto por tonelaje de los barcos. En 1670 la West India Company tenía monopolio y sin lugar a dudas extraía buena tajada de estos comerciantes de madera.

Aparentemente a mediados del siglo 18 estaba bien establecida la costumbre de otorgar permisos para cortar madera, aunque no hay indicios de que hubiese control de corta. La siguiente petición figura en "Ven. Arb. Brit." (4): "Al Director General y a la Corte en sesión en el Fuerte Zeelandia, 4 de julio de 1756. El señor Isaac Knott, ciudadano y habitante del río Demerary respetuosamente hace saber que agradecería le concedieran permiso para cortar madera por unos años consecutivos en los ríos Waini y Pomeroon; por lo tanto él humildemente les pide a ustedes, Director-General y Cancilleres tengan la bondad de concederle permiso para cortar madera en los ríos antes mencionados por 6, 8 ó más años consecutivos, según ustedes determinen, bajo condición de pagar una vez al año la suma de 1.000 florines a la West India Co. y además, todos los tributos por tonelaje de los barcos entrantes, según la costumbre de estas tierras." En realidad la petición de Knott suscitó otro problema mayor en el desarrollo de lo que es hoy la Guayana Británica: Storm Van Gravesande, el Director-General creyó que en esa etapa era esencial fortalecer la colonización de los ríos Demerara y Essequibo y que el disipar los recursos limitados en esclavos de trabajo mediante concesiones de madera en los ríos Waini, Pomeroon, Mahaicony y Berbice debilitaría las defensas del país en caso de rebelión de esclavos o agresión de ultramar. Encontró difícil convencer a los colonos y a la Cámara de Zeeland de que era más importante consolidar el menos espectacular desarrollo de los ríos "matrices" a expensas de los beneficios rápidos y efímeros derivados del comercio de "letter-wood" en los ríos "lejanos" (esta madera no la había en el río Demerara). Según evidencia interna de las cartas de Van Gravesande parece que la Compañía permitía la corta incondicional de madera "letter-wood" solamente) en el río Berbice. Durante este período

el uso doméstico o de exportación de maderas de las Guayanas era insignificante. El letterwood" era la única madera con mercado establecido y las construcciones en las plantaciones se hacían generalmente con madera rolliza excepto cuando había ladrillos y tejas de Holanda. Para setos y pisos se usaba probablemente "determa" ("jitima" de Van Gravesande). Por lo demás, los bosques eran meramente un obstáculo al desarrollo y debían eliminarse antes de proceder al cultivo agrícola permanente.

No fué hasta la última parte del siglo 18 que se extrajo en escala comercial la madera que desde entonces dominó en la historia forestal de Guayana. Se dice que las exportaciones de trozas de "greenheart" comenzaron en 1770 cuando un pequeño cargamento llegó a Liverpool.

Siglo 19

Ya al doblar el siglo se estaba usando localmente la "wallaba" para tejamaní, duelas, postes y carbón pero el autor de esta nota no ha podido trazar la fecha en que comenzó la exportación de estas comodidades a las Indias Occidentales. Parece que el primer esfuerzo por regular la corta de madera fué la Ordenanza de 1871 de Tierras de la Corona. Antes de ésto la mayor parte de la madera producida había venido ostensiblemente de las propiedades Holandesas antiguas: una Comisión creada en 1854 para dilucidar el problema del título de estas tierras había hecho un número de recomendaciones para que la Corona recobrase las haciendas cuya propiedad válida no pudiera ser probada pero se dice que casi 30 años más tarde por lo menos el 90 por ciento de la madera cortada en el río Essequibo provenía de concesiones holandesas antiguas (5). Esto, conjuntamente con el abuso difundido del permiso libre para el Indio, dieron una falta completa de control de la corta de madera y absolutamente ningún beneficio directo a la comunidad en compensación por la explotación de los bosques. La Ordenanza de 1871 proveía que en los predios de corta de madera (normalmente de 100 acres) había que pagar 30¢ por acre, no había que pagar regalías ni se imponían condiciones excepto que el permisionario debía poner un tablón de señal a su compañero colindante. Como el personal de supervisión para la Colonia consistía solamente del agrimensor de la Corona, su ayudante y dos oficinistas, ello equivalía a que cualquier operador podía pagar $30.00 al año y cortar toda la madera que quisiere. Los niveles de producción para la exportación de trozas de "greenheart" eran muy elevados en esa fecha y en el año sobresaliente (1861) se exportaron más de 22.400 metros cúbicos.

En ese período la industria de aserrío no existía prácticamente: toda la madera aserrada se importaba de América del Norte, un promedio de 10-15 millones de pies tablares al año. La producción local de madera era o en la forma de madera para construcciones navales de 30,5 centímetros o más de escuadría o madera de armazón por lo general de 15 a 20 centímetros de escuadría. Esto era exclusivamente de "greenheart". De manera que en construcciones locales se usaba "greenheart" primordialmente poniendo los tabiques de pino importado: durante el último cuarto del siglo 19 se establecieron varios aserraderos. En 1880, por ejemplo, había dos aserraderos de vapor en Georgetown y en Christianburg uno movido por fuerza hidráulica.

Durante este período se manifiesta por primera vez la inquietud por los métodos destructivos usados por los leñadores y entre 1880 y 1890 los funcionarios responsables del gobierno y algunos individuos se expresaron en términos fuertes a este respecto. El asunto culminó al pasarse la Ordenanza de las Tierras de la Corona en 1886, seguida por los Reglamentos de Balata, de 1887, los Reglamentos de las Tierras de la Corona de 1890 y finalmente los Reglamentos Indios de 1890.

Una causa enérgica para reforma de esta política suscitada en 1882 por el Hon. W. Russell y los Sres. M. McTurk, C. M. Pearce y W. Walker (6), mientras que los agrimensores sucesivos de la Corona enfatizaban la necesidad de mejorar el control forestal. McTurk dice: "La necesidad de conservar los bosques ha sido evidente desde hace bastante tiempo a los muchos que han tenido la oportunidad de ver la manera desmedida con que se tumban los bosques, extrayéndoles los árboles más valiosos. No hay limitaciones en cuanto a tamaño, tiempo o clase de corta en las licencias concedidas a los leñadores por el gobierno." Se comentó también sobre el enorme número de árboles pequeños, en su mayoría de "greenheart", que se cortaban para rodillos: todo el acarreo se hacía manualmente y se necesitaba por lo tanto gran cantidad de rodillos, según la fuente de madera se iba alejando de los ríos. Esto, junto con la corta de madera para "armazones" casi extinguió los árboles jóvenes en muchas áreas. Se cree que esta merma del bosque fué empeorada por la recolección de las semillas de "greenheart", la cual se exportaba para fabricar "bibirine" una medicina que se

decía que tenía acción similar a la quinina. Entre las demás medidas propuestas estaban el instituir límites mínimos de corta, que las especies económicas se dejaran espaciadas a través del bosque (tanto en operaciones corrientes como en permisos de leña y carbón), que se pagasen regalías, que se instituyesen registros de otorgamiento y permisos de remoción, que se dividiera el bosque en cuarteles de trabajo y que se insistiese en períodos adecuados de descanso del bosque.

En 1889 el supervisor de la Corona informó lo que sigue (7): "La madera de "greenheart" de fácil acceso a la conducción fluvial se hace cada día más escasa y se aleja más de los cursos de agua. En tiempo no muy remoto se acabará la fuente de esta madera ya que el árbol toma muchos años en llegar a su madurez y no se han dado los pasos hacia la replantación. Estoy convencido de que debe establecerse algún sistema de conservación forestal."

Este es un grito periódico en la historia del "greenheart" en la Colonia, pero hasta la fecha sólo se ha topado con el uso de bosques vírgenes que ha sido posible por el desarrollo de nuevos métodos de extracción: del acarreo manual pasamos al acarreo por bueyes y finalmente por la maquinaria. Desde luego, ésta no es la respuesta al problema ya que aún dependemos de los bosques vírgenes para satisfacer el mercado: con ordenación adecuada ahora deberíamos derivar ese material. en gran parte, de las áreas forestales anteriormente sobregiradas.

Los nuevos Reglamentos de Corta de 1890 fueron un paso de avance: se recogía un pequeño subsidio y el tamaño mínimo de corta de 25 centímetros de escuadría coincidía con el aumento en el número de aserraderos, de manera que decayó la práctica de usar madera de cortas dimensiones para armazones de viviendas. Sin embargo, no había control de la corta de árboles jóvenes para usar como rodillos, no se observaban los Reglamentos Indios y aumentó grandemente la práctica de otorgar permisos por árboles dispersos. De hecho en 1907, aunque había en vigor sólo 46 licencias de corta se habían expedido 178 permisos para cortar árboles dispersos: éste es un método particularmente peligroso con poco a su favor.

El Siglo Veinte

Un paso importante hacia la consideración de los problemas de la ordenación forestal fué el nombramiento, en 1910, de cinco guardabosques y de un funcionario del Departamento de Tierras como Funcionario Forestal: en los 15 años subsiguientes el señor Anderson y el señor Hohenkerk, su sucesor, emprendieron la primera Evaluación Forestal que se hizo en la Guayana Británica. Era obvio que el desarrollo de nuestros recursos forestales no podía llevarse a cabo lógicamente sin conocer las especies y la cantidad de árboles que había en los bosques. Se enumeraron pequeños predios en distintos sectores del país, se recolectaron especímenes para identificación botánica y se preparó una xiloteca.

Desgraciadamente, fué necesario asignarle a estos expertos funcionarios otros trabajos por tiempo prolongado y aunque se hizo un trabajo excelente no fué posible llevar el trabajo a su conclusión lógica.

En 1919 se revisaron los Reglamentos de las Tierras de la Corona y con ligeras enmiendas rigen aún hoy día. Estos Reglamentos tenían como objeto principalmente salvaguardar los ingresos del Erario y por lo tanto no se esforzaron por controlar las operaciones de corta "in situ" o por asegurar la debida regeneración del bosque. Sin duda, con un personal consistente en media docena de guardas y sin facilidades de transportación era manifiestamente imposible efectuar inspecciones regulares de las áreas de corta. Para esa fecha el número de aserraderos impulsados por vapor había llegado a 20 en la Colonia, estimulados durante la guerra por la dificultad de obtener madera importada de la América del Norte. Las exportaciones de "greenheart" habían bajado, debido otra vez a las dificultades de embarque en tiempo de guerra, pero hubo un aumento considerable en la producción de "crabwood" y otras maderas, para uso local.

En el 1922 el Departamento de Tierras emprendió por primera vez la certificación de la madera de exportación: ésto se hacía voluntariamente y no fué hasta 1937 que se hizo compulsoria por ley la inspección y certificación de la madera de exportación. Esto es esencial para proteger la industria contra los malos efectos del embarque de material de inferior calidad.

Para 1925 era aparente que el trabajo de investigación forestal precisaba de personal exclusivo y en ese año se estableció el Departamento de Bosques, independiente del Departamento de Tierras y Minas. Durante los 25 años subsiguientes el Departamento Forestal emprendió la valoración de las áreas forestales más importantes mediante enumeración por fajas, identificó y recolectó muestras de miles de árboles, preparó y distribuyó

muestras de muchas maderas para efectuar pruebas, analizó e hizo pruebas de muchos productos forestales secundarios, investigó la regeneración de los bosques de "greenheart" y desarrolló una técnica satisfactoria que ha podido usarse en aproximadamente 10.000 hectáreas de bosques: desarrolló una técnica de secado apropiado para las maderas locales y puso en funciones aserraderos que tenían un monto de producción anual de un millón de pies tablares.

En los 30 años transcurridos entre 1919 y 1949 virtualmente no hubo ningún cambio en los métodos de control de las operaciones de corta, aunque tuvieron lugar cambios revolucionarios en la industria maderera. Según hemos visto, las condiciones que surgieron con la guerra de 1914-18 causaron un aumento en la demanda de madera aserrada y el consiguiente aumento en el número de aserraderos (20 en 1919): la depresión en el decenio del veinte hasta principios del treinta bajó fantásticamente el precio de la madera importada y decayó la industria local. Sin embargo, en 1939 había mejorado la producción y había 30 aserraderos funcionando: la gasolina, la maquinaria y la sierra circular liviana hicieron posible el establecimiento de aserraderos a costo inicial más bajo que el tipo anterior impulsados por vapor. Aún entonces el énfasis mayor era en el uso del "greenheart" el cual en 1939 representaba el 80 por ciento de la producción total de los bosques y 95 por ciento de las exportaciones de maderas.

La guerra, a pesar de que estimulaba la demanda por "greenheart" también afectaba el abastecimiento en equipo mecánico del cual dependía la industria, de manera que a través de la guerra decayó la producción de esa madera y en compensación subió la demanda por otras maderas. La mora, el "crabwood" y las maderas blando-duras adyacentes a los ríos podían extraerse con poco o ningún equipo mecánico. En todas partes surgieron aserraderos pequeños para encargarse de esa producción y para 1949 el número de aserraderos había aumentado de 30 (en 1939) a 79. El aumento era casi en su totalidad de aserraderos circulares con maquinaria de combustión interna, aunque recientemente se han instalado dos aserraderos de cinta.

Desde que terminó la guerra ha aumentado la producción de "greenheart" la cual hoy día es 50 por ciento mayor que antes de la guerra pero también ha aumentado extraordinariamente la producción de otras maderas. En 1939 la producción de madera (excluyendo greenheart) fué de 5.348 metros cúbicos, la producción en 1949 pasó de 56.000 metros cúbicos y la razón entre el consumo de "greenheart" y la producción total bajó de 80 a 39 por ciento.

El Futuro

Estos cambios primordiales en la industria y la posibilidad de un desarrollo en gran escala en los años de la post-guerra han conducido a un desarrollo primordial en la política forestal. Es interesante notar que la producción actual es 3½ veces mayor en la actualidad que antes de la guerra y que ya el "greenheart" no domina el mercado de la manera que lo hacía antes.

Tomando en cuenta estos hechos en 1948 el gobernador enunció el siguiente postulado de gran visión en la política forestal: el propósito total de la nueva política es asegurar que los bosques sean trabajados de manera que sean permanentemente productivos y no explotados como si fueran una mina.

El problema se circunscribe realmente a la ordenación de tres grupos principales de tipos forestales:

1. Regeneración y mejora de bosques gregarios de "greenheart", "wallaba" y mora los cuales han sido **intensamente** explotados, principalmente para extraerles una sola especie.
2. Regeneración y mejora de bosques mixtos que están **extensamente** explotados (en oposición a intensamente) para la obtención de diferentes especies dispersas en el bosque.
3. Mejora de grandes áreas de bosques hoy día improductivos situados en sitios asequibles (a lo largo de los ríos más importantes) y no aptos para el cultivo agrícola permanente: la mayor parte está sobrecortado, aniquilado por el fuego o talado para el cultivo nomádico.

Para resolver estos problemas debemos en primer lugar determinar que rumbo ha de tomar la mejora de nuestros bosques — en otras palabras, que tipos de maderas deben estimularse. Enseguida podemos decir que, aparte de la especialidad de maderas duras pesadas tales como "greenheart" y "purpleheart" las que probablemente tendrán mercado permanente debido a sus propiedades especiales, los principales requisitos en madera tanto domésticos como mundiales son (y quizás seguirán siendo) de maderas duras livianas — maderas que pueden trabajarse con facilidad, no muy duras ni pesadas y que sirvan para los mismos propósitos que las maderas blandas de coníferas y que algunas

de las maderas duras de la zona templada (roble, haya, etc.). En esta categoría caerían "crabwood", "determa", "silverballi", "dukali", etc. Al mismo tiempo, debemos conservar abastecimiento barato y accesible de leña.

Ahora podemos definir el problema en los siguientes términos:

1. Regeneración de los bosques de "greenheart", con producción permanente.
2. Conservar accesibles los bosques de rendimiento en leña de uso doméstico y en las Indias Occidentales y para el mercado de carbón (principalmente "wallaba" (*Eperua* sp.)
3. Mejora de los bosques de mora, mixtos e improductivos, para suplir maderas duras livianas cada vez en mayor proporción.

Desde luego esto no significa que debemos ignorar la posibilidad de otros tipos de utilización — obtención de pulpa de madera o de madera multilaminar etc., nuestro programa debe ser lo suficientemente flexible y adaptable para cumplir los distintos requisitos del mercado y obviamente el problema complejo discutido anteriormente está excesivamente simplificado.

Los bosques de "greenheart" presentan problemas propios pero los objetivos generales son claros: una ordenación forestal sabia requiere que los árboles más pequeños se dejen desarrollar y que los árboles maduros se corten para darle paso a aquellos: también requiere que se dejen suficientes árboles padres de especies de carácter económico para suplir la semilla necesaria para su propagación. Y, más importante que nada, requiere que el bosque pase por un período de regeneración y descanso una vez haya sido trabajado. Todo ésto era imposible bajo el antiguo sistema de cortas dispersas y sin control: con demanda y mercado limitados el proceso de selección era quizás inevitable. Este proceso conllevaba la remoción de muy pocos árboles seleccionados de áreas grandes, sin tomar en cuenta los requisitos selviculturales: ésto pasaba particularmente en el caso del bosque de "greenheart". Este tipo de bosque contiene relativamente pocos árboles de los tamaños especiales requeridos para exportación o sea de tamaño regular: ésto significa que los árboles restantes en el bosque eran maduros y viejos, que virtualmente habían dejado de crecer, de manera que solamente habían cortado los árboles más pequeños. De esa manera los árboles en vez de mejorar están estancados. Con el aumento en la demanda por madera aserrada de "greenheart" y otras especies se hace posible aprovechar los bosques de manera más intensiva y remover algunos de los árboles mayores y estancados para dejar así más espacio para la nueva cosecha joven y vigorosa. Desde luego, es cierto que el bosque natural de "greenheart" joven surgirá en los pequeños claros del dosel y también es verdad que, por los menos en sus primeros años este árbol prefiere una sombra considerable. Si el bosque se abre en algún sitio los claros se colonizan por especies secundarias, de rápido crecimiento, que tienden a eliminar al diseminado de "greenheart". Este es un proceso familiar en todos los bosques y el forestal ha aprendido a usar este crecimiento secundario como "tutor" bajo cuya sombra se puede lograr una nueva cosecha económica. Este proceso requiere trabajo considerable en forma de aclareos de especies secundarias y ayuda a los árboles económicos jóvenes. Obviamente es imposible la corta al azar por todo el bosque y por esta razón se adopta el sistema de "bloques".

Los bosques de "wallaba" presentan un formidable problema de regeneración: están constituídos por áreas muy grandes, particularmente en la cuenca hidrográfica Demerara-Essequibo que ha sido tan explotada para obtener leña y carbón que el bosque ha sido virtualmente destruído y probablemente pasarán cientos de años antes de que estas arenas blancas estériles puedan producir bosque otra vez. El resultado es que cada año tenemos que adentrarnos más para conseguir leña ya que no hemos dejado en pie ninguna cosecha de wallaba. En el pasado no se ha hecho ningún esfuerzo por dejar árboles jóvenes en pie en esas áreas ni tampoco se han dejado árboles portagranos para suplir la semilla. Debe modificarse esta forma destructiva de explotación.

En los bosques mixtos surge un problema enteramente diferente: en ellos no hay concentraciones comerciales y los árboles económicos están dispersos uno a uno por el bosque. Por lo tanto, no hay posibilidad alguna de operaciones concentradas de mejoras después de las explotaciones intensivas: lo más que podemos hacer es prohibir la corta de árboles que no estén maduros y esperar que haya regeneración natural. Esto nos trae a nuestro problema final, la mejora de los bosques improductivos en las márgenes de los ríos y según entiende el autor éste representa uno de los problemas más graves de utilización de la tierra en esta Colonia. Hay miles y miles de hectáreas cubiertas de maleza sin valor en las áreas más asequibles a lo largo

de nuestros ríos. Si estas áreas son adecuadas para el cultivo permanente o el pastoreo deben desarrollarse en esa forma pero aquella parte que **no** sea apropiada debe convertirse en un bosque productivo, de maderas duras y livianas demandadas por el mercado. No se sabe aún hasta donde pueden mejorarse estas áreas por métodos naturales (corte de bejucos, aclareos y demás): no hay duda de que será necesario suplementarlo con métodos artificiales como la siembra directa y la plantación de los árboles que necesitemos y éste problema será investigado en detalle.

En estas notas hemos tratado de demostrar que los grandes recursos forestales de la Colonia en cuyo futuro confiamos pueden conservarse productivos permanentemente y aumentando cada día si se ordenan según los principios fundamentales de la ciencia forestal. Siempre habrá un conflicto entre la explotación actual y la conservación para el futuro pero el éxito o el fracaso de nuestra política forestal será juzgado a la larga de acuerdo con nuestra habilidad de encontrar una "via media": y hacia ella debemos encaminar todos nuestros esfuerzos.

Nota: Nombres científicos de las especies madereras que aparecen en este artículo:

	Carapa guianensis
crabwood	*Ocotea rubra*
determa	*Parahancornia amapa*
dukali	*Ocotea rodiaei*
greenheart	*Piratinera guianensis*
letter-wood	*Peltogyne* sp.
purpleheart	*Ocotea schomburgiana*
silverballi	*Ocotea glomerata*
wallaba	*Eperua* spp.

Botanical Observations on Pitch Lake in Trinidad *

Richard A. Howard
Biological Laboratories, Harvard University
Cambridge, Massachusetts

Pitch Lake, near the town of La Brea (Spanish, meaning pitch) is one of the unique and interesting geographical features of the island of Trinidad. The lake of pitch is an important economic resource of Trinidad, for it supplies a large percentage of the world's supply of asphalt. In addition Pitch Lake is an outstanding tourist attraction. The tourist-botanist visiting Pitch Lake will find two conspicuous botanical problems worthy of his attention. One concerns the pitch itself, which must be of plant origin. In the pitch are small fragments of plant materials. These fragments, found always in small pores in the pitch, have caused the following speculation by geologists. Are these fragments remains of the plants involved in the formation of the pitch, or are they more recent inclusions? A second botanical problem is of an ecological nature, for on the surface of Pitch Lake are islands of vegetation. Here is an opportunity for the study of the types of tropical plants which will grow on a substratum low in nutrients. There is no complete listing or description of these adventurous plants in the literature on Pitch Lake known to the author. A study of these two botanical aspects of Pitch Lake was undertaken during the author's visit to Pitch Lake in February of 1950.

Pitch Lake is located on the crest of the Cedros Peninsula of land in the southwest corner of the island of Trinidad. The surface of the lake is 138 feet above sea level. Modern highways offer ready access to this lake from Port of Spain via the towns of San Fernando and La Brea.

The lake itself is about one quarter of a mile in diameter and is about 114 acres in area. The exposed substrata immediately around the lake are of upper Miocene age and the lake itself is located on the edge of one of the faulted anticlines so common in this area. The rocks are sandstone and the pitch is an accumulation of bitumen ooze from these dipping beds of rock. Surrounding the lake on three sides are the important Brighton oil fields of lower Pliocene age the youngest oil-producing strata in Trinidad (8). Drill riggins on these nearby strata are visible from the surface of the lake. Geologists have not determined conclusively if the asphalt of Pitch Lake is seepage from the younger strata currently producing oil or truly from the Miocene strata around the lake.

Pitch Lake was discovered in 1497 by Columbus on his third voyage to the New World. The asphalt was probably exploited very early but records of excavations of a commercial nature are available only since 1867. Concessions have been granted for the mining of asphalt from 1867 to the present time and an annual average of 100,000 long tons has been excavated from the surface of the lake. In recent years a refinery has been established to melt the asphalt and the refined product has been shipped in barrels. The pitch from the edges of the lake is mixed with sand and gravel and averages a low 40 percent asphalt. From the center of the lake, however, the asphalt is nearly 90 percent pure product. The refining process consists essentially in melting the pitch in heated vats when the impurities can be skimmed off, in the case of the vegetable fragments, or drawn off, in the case of rock particles.

In the years before the mining operations were begun a slow but constant flow from the center of the lake caused the pitch to overrun the margins of the lake and three principal flow areas can still be located. In one of these flow areas the pitch is 15 feet thick at the crest of the hill and the flow extends 4 miles out to sea. The sea coast in this area appears paved with asphalt and it is obvious that the presence of the pitch at the shoreline has greatly retarded the erosion action of the water on the coast. At the present time the surface of the lake is 40 feet below the rim of the surrounding

* This is the first of a series of papers dealing with the flora of the Caribbean islands and based on an eight-month trip completed in 1950 in which the author visited all the islands from Trinidad to Jamaica. The author is grateful for the financial support of this trip supplied by the American Philosophical Society through the Penrose Fund, and additional grants from Harvard University, especially that of the Milton Fund.

lake margins. As the pitch is mined there is still a slow replacement of the material but not sufficient to equal the volume excavated.

The present mining operation on Pitch Lake is carried on in two areas. The Trinidad government controls a small section of the lake and, using a random digging process, obtains pitch which is used locally without refining for road repairs. The pitch is broken into fragments and pounded in place by the hand labor of the road workers. The concessionarie, however, uses a narrow-gauge track which extends about 200 yards on the surface of the lake. Pitch is dug on both sides of this track. The area worked is a series of sites each about 10 yards square. The pitch, in consistency a brittle solid, is dug by hand with broad-edged mattocks. It fractures into blocks averaging a foot in diameter and 6 inches thick. The blocks are carried on the heads of the workers to the cars on the railroad track. Digging continues in each site to a depth of 3 feet. Then another site will be selected farther along the rail line. Over a period of two weeks the abandoned site will fill in with the replacement coming from the bottom of the pit. Little lateral replacement could be observed in pits not now in use. The replacement is a gradual accretion of material and is of the same consistency as the surface material.

The pitch blocks as dug show a conchoidal fracture with considerable luster. A portion of the asphalt is salt water so that the tar does not stick to tools or hands. The pitch has been described as an emulsion of bitumen in salt water. The edges of the blocks show almond-shaped or ellipsoidal cavities or pores in great abundance. The pores vary in size, the majority being less than ¼ inch in diameter. Some, however, may be ⅔ inches long and 1 to 1½ inches high.

The present surface of Pitch Lake appears as a series of circular or polygonal low domes or islands located in a matrix of gracefully curving canals filled with water (figures 2, 3, 4). The individual domes vary from a few feet to 20 yards in diameter. The canals vary from a few feet to several yards in width and a few inches to 10 feet in depth. Streams of bubbles of hydrogen sulphide gas and various gaseous hydrocarbons appear in some of these canals. Enough sulphide is present in the water of many of these canals to discolor rapidly a silver coin.

There are about half a dozen openings in the domes on the surface of the lake which are called "mothers" by the workers in the area. The pitch in these areas is soft and fluid and when exuded runs over the surface for several yards before solidifying. Even in the fluid condition the temperature of the pitch is little more than mean atmospheric temperature. Except in these few small areas the pitch is of firm consistency and will support the weight of a man without difficulty. However, if a man stands in place for a few minutes his weight will produce a depression of nearly an inch. A truck or automobile will sink to the axles in a few hours. Heavy objects left on the pitch disappear below the surface in a matter of days as they are engulfed in the pitch. In the process of digging the asphalt, stumps, stones and sections of logs are often excavated (figure 1). When these are piled on the surface of the lake they are slowly taken into the pitch and disappear. Some slow circulation is evident in the lake for these materials may reappear months later from another section of the lake.

In 1910 an attempt was made to determine the depth of the pitch in the lake. A drill rig was set up and cast iron pipe was forced into the pitch to the depth of 150 feet. Further penetration became impossible when the pipe began to twist and finally broke into many sections. Since that attempt was abandoned, fragments of this broken pipe reappear and some sections of pipe can still be found sticking up from the surface of the lake. Large logs are known to circulate in the pitch and in several places stumps and logs can be seen protruding from the surface (figure 4). These large pieces of wood always appear end first and will be freed almost to their complete length before they topple over. The protruding logs are capped with ragged masses of tar. The tar did not penetrate the tissue of these logs while they were immersed and the caps of tar can be lifted free without difficulty. The only visible effects of the circulation on these logs is the complete absence of bark and the shiny polished appearance of the wood of any material cast up.

The logs recovered from the pitch during the time of the author's visit to Pitch Lake (Fig. 1) were all identified as contemporary species growing in the vicinity, e.g., *Bursera, Mangifera, Clusia,* and *Gliricidia.* It is probable that fallen logs were carried onto the surface of the lake by human agents or possibly by the heavy rainfall at certain periods of the year. Once on the edges of the tar, they

were circulated throughout the lake to the present points of emergence. Trees once growing on the surface of the lake, as in the case of contemporary island vegetation, may have contributed some of these materials.

The vegetable remains found in many of the ellipsoidal pores in the tar have led past workers to speculate that these are fragments of the vegetation involved in the original formation of the pitch. The author collected plant fragments from these pores as the blocks are being dug. About a pint of plant remains was amassed in two hours. The fragments were not abundant and were found only in the largest pores. The smaller pores were generally filled with water. It appears that the pores are formed by gases generated during bacterial decay of the vegetable material enveloped in the tar. The greater the mass of vegetable material, the greater the amount of gas formed and so the larger the pore. The majority of the plant materials found in these pores were fragments of the leaves of *Clusia rosea*. Other identifiable materials were leaf fragments of *Mangifera indica;* petioles and leaf skeletons of *Miconia* sp.; a small piece of a woody stem of a monocotyledon which was probably *Dracena,* a common fence-row plant of the area; roots of a monocotyledon, probably a sedge; two endocarps of *Mangifera indica,* the mango; a fragment of the fruit of *Moringa oleifera,* the horseradishtree, and three seeds which appeared to be those of *Gliricidia.*

It is not difficult to locate the source of these materials nor to explain how these very lightweight fragments became involved in the pitch. The bottoms of nearly all the canals on the surface of the lake have accumulations of leaves, either blown in by the wind, carried in by surface drainage of the lake periphery, or fallen from the plants now growing on the surface of the lake (Fig. 2).

FIG. 1.—*A pile of logs recently removed during excavation of the pitch. Genera represented in this pile are:* Bursera, Gliricidia, Mangifera *and* Clusia. *(Pila de troncos extraídos durante una excavación en la brea. Los géneros botánicos representados:* Bursera, Gliricidia, Mangifera *y* Clusia).

FIG. 2.—*An island of vegetation on the surface of Pitch Lake showing the low, dome-like aspect of the surface and the curving canals filled with rain water.* Blechnum indicum *and* Nepsera aquatica *are the marginal plants extending into the canals. The bushes are* Chrysobalanus icaco *and* Clusia rosea. *Leaves of* Clusia *are floating on the surface of the canal and line the bottom. One of the oil rigs on the nearby Brighton strata is visible in the background. (Islote de vegetación en la superficie del Lago de Brea, de aspecto bajo y abovedado, cubierto de canales curvos llenos de agua de lluvia. Las plantas marginales que se extienden hasta dentro de los canales son* Blechnum indicum *y* Nepsera aquatica. *El matorral consiste de* Chrysobalanus icaco *y* Clusia rosea. *Las hojas de* Clusia *flotan en la superficie del canal y tapizan su fondo. En el fondo puede verse uno de los torretes de petróleo en el estrato Brighton cercano).*

Attempts have been made in the past to fill in some of the canals on the lake surface in order to establish roads or to control the flow of water near the area of commercial excavation. Following all of these attempts the materials used for fill have gradually sunk in the canal bed and the identity of all the canals has been preserved. It seems, therefore, that the canals represent weak junctions between the mounds of the pitch. Manross in 1855 described the exudation of soft pitch from these junctions into the water of the canals. He reported a projection of asphalt forcing itself into the water from the bottom of the canal so that a flat-topped column was formed. Fragments of the column when broken off sank to the bottom, eliminating the possibility that such columns rose by buoyancy. Similar projections or folds of pitch can be seen in the canals at the present time. It is apparent that the association of soft tar and a circulation pattern is represented by the canals. Leaves falling into the water (Fig. 2) sink to the bottom and probably are engulfed in the folds of the tar and are circulated through the lake. Decay probably starts while the leaves are in the water and continues once the leaves are encased, thus forming the pores around the vegetable re-

mains. The streaming of circulation of the tar accounts for an ellipsoidal shape rather than a spherical pore.

It is hard to imagine a substratum lower in nutrients than the pure asphalt of Pitch Lake. Nevertheless there are at present about twenty islands of vegetation on the lake surface. Many other plants occur sporadically as individual plants or in small clumps. The larger islands of vegetation

FIG. 3.—*One of the largest trees of* Clusia rosea *dominating an island of vegetation on the surface of Pitch Lake. A plant of* Philodendron *sp. (aff.* rubens*) is climbing over and through the* Clusia. *(Uno de los árboles más grandes de* Clusia rosea, *dominante en un islote de vegetación en la superficie del lago Pitch. Una planta de* Philodendron *sp. (aff.* rubens*) está trepando sobre y entre el árbol de* Clusia*).*

may measure twenty yards in length. The most conspicuous islands are those possessing trees or bushes. *Clusia rosea*, a tree belonging to the Guttiferae, has been established on several of these islands and forms the dominant element of that local unit of vegetation (Figs. 3, 4). The largest specimen of *Clusia* seen was a 25-foot tree with an attractive, well-rounded crown. *Philodendron* sp. (aff. *rubens*) was found growing luxuriantly over several of these trees (Fig. 3). The *Philodendron* was in sterile condition and can not be conclusively identified. The plant did have mature, not juvenile, foliage indicating it had been established in that spot for some time. *Chrysobalanus icaco*, the icaco, a plant usually found on coral sand beaches, grows in profusion on the tar, often forming pure stands on some of the islands or in association with various plants on other islands (Fig. 2). A single young 15-foot tree of *Ficus unibonigera* Warb. was growing vigorously as the dominant plant on another island. Sedges such as *Rhynchospora corymbosa* and *Cyperus polystachyos* comprise the vegetation inmmediately in association with these woody species and the islands are commonly bordered with stands of *Nepsera aquatica*, a white flowered herbaceous member of the Melastomaceae, and *Blechnum indicum* (*B. serrulatum*), a coarse rigid fern. These last two species usually extend out into the canals (Fig. 2). Pure stands of the two sedges *Rhynchospora corymbosa* and *Cyperus polystachyos* formed the vegetation on several small islands or existed as scattered clumps of plants elsewhere, indicating their role as colonizers on the pitch. Other species of casual occurrence, usually in well-established islands of vegetation, were: *Miconia stenostachya* (Melastomaceae), *Physalis angulata* (Solanaceae), *Panicum parviflorum* and *Lasiacis anomala* (Gramineae), *Cyperus ligularis* and *Fuirena umbellata* (Cyperaceae). *Tonina fluviatilis* (Eriocaulaceae) was found in a few of the canals.

None of the species mentioned above is endemic to the Pitch Lake surface. In fact, the majority of them may be considered as weedy species occurring in sterile or barren areas elsewhere in the American tropics. *Cyperus ligularis*, for example, is ordinarily restricted to saline soils, while *Blechnum indicum* is the most common plant found throughout the Antilles on the sterile soils near boiling lakes and exposed to the fumes of sulphur vents.

One of the earliest accounts of the vegetation on the surface of Pitch Lake is that published by Cruger (6) in 1858, several years before commercial exploitation of the asphalt began. Cruger reported "in the middle of this curious spot there is of course no vegetation whatever, since the pitch is there in a state of ebullition; farther off this centre, and in the water of many crevaceae which intersect the lake in every direction, the first traces of vegetation become perceivable — such as a few confervae and a *Chara;* at a still greater circumference, the pitch, having been long exposed to the agencies of the sun and rain, has become disaggregated, and in this kind of soil are found a few lichens, mosses, grasses and cyperoids. In other places, where this layer is looser and thicker, we find the following: a *Clusia, Chrysobalanus icaco, Anona palustris, Xyris,* bromeliaceae and ferns." At the time of the author's visit, some 92 years later, the physical aspect of the lake surface and the plant species comprising the surface vegetation have been changed by the mining operations. No search was made for the algae Cruger mentioned. The *Chara* was not seen and the lichens and mosses were not evident. *Anona palustris* is no longer present on the lake surface, although is does ocurr nearby in mangrove communities on the leeward coast of the island. No species of *Xyris* and no members of the Bromeliaceae were observed on the lake.

Britton, who visited Pitch Lake in 1920 and 1921, reported the presence of the following species in addition to those which the author collected: *Cydista aequinoctalis* (Bignoniaceae), *Stemodia durantifolia* (Scrophulariaceae), *Phyla betulaefolia* (Verbenaceae), *Aeschymone sensitiva* (Leguminoseae), *Andropogon bicornis* (Gramineae), *Chelonanthus chelonioides* (Gentianaceae), *Pterolepis glomerata* (Melastomaceae) and *Borreria latifolia* (Rubiaceae). Britton also found the fungi *Vesiculina* sp.?, *Caspia cayennensis* and *Cintractia utriculicola*, the latter species growing on *Rhynchospora corymbosa*.

Broadway visited Pitch Lake several times, the last in 1932, and his correspondence on file at the Gray Herbarium does not mention any species in addition to those seen during the author's visit. Beard's recent monograph (2) on the Trinidad flora considers only the woody species and does not mention the vegetation of the Pitch Lake surface.

Cruger's report of the Pitch Lake vegetation in 1858 indicates there was a natural succession of plants on the then undisturbed area. The lowering of the surface of the lake in subsequent years by the removal of

Fig. 4.—*Another view of an island of vegetation showing* Clusia, Philodendron *and the clumb sedge,* Rhynchospora corymbosa. *Notice the large stumps and logs protruding from the surface of the pitch covered with loose, ragged masses of asphalt. Lines of flow on the surface of the lake are visible in the right foreground. (Una vista de un islote de vegetación cuyos componentes son* Clusia, Philodendron *y* Rhynchospora corymbosa. *Nótense los grandes troncos y tocones que sobresalen de la superficie cubierta de masas de asfalto sueltas y desiguales).*

the pitch has disturbed this succession and removed the mosses and lichens. The current vegetation is not a climax vegetation but represents the results of colonization by weedy and easily adaptable species of flowering plants.

Summary

The origin of the bitumen in Pitch Lake, Trinidad, is considered by most geologists to be seepage from nearby strata of Miocene age. Included in the bitumen are large branches and stumps and in small ellipsoidal pores within the pitch are smaller fragments of plant material. The large branches are contemporary materials which when deposited on the surface of the pitch sink below the surface and frequently reappear after circulation through the lake. Considerable speculation exists in the literature regarding the smaller fragments with two principal suggestions as to their origin. 1. They are of the same age as the bitumen and possibly represent fragments of the material from which the bitumen was found. 2. They are of recent origin. If the latter case is true it has been difficult to determine how such light weight fragments became embedded in the tar. It is suggested in this paper that these smaller fragments are all of recent origin since they represent contemporary species. These light weight fragments are easily embedded in the lake since the junctures between the low domes on the surface of the lake and now represented by water filled canals are weak structural lines. In these areas light weight fragments of plant materials may sink in the water and may be included in the folds of the tar. Bacterial decay of these fragments which begins in the water continues after the fragment is included in the bitumen matrix forming a gas filled pore which assumes an ellipsoidal shape due to circulation of the tar. Fragments collected from these small pores during the process of excavation proved to be petioles, leaf skeletons, endocarps and seeds, and rhizomes of plants now growing on the surface of the lake or in the area around the lake. The large branches excavated or visible on the surface of Pitch Lake in February 1950 were branches of *Mangifera*, *Gliricidia*, *Clusia* and *Bursera*.

The surface of the lake is an extremely sterile substratum for the growth of plants yet islands of vegetation exist on the lake as well as many smaller colonies and some individual plants. *Clusia rosea* is the largest tree in these islands of vegetation. *Ficus umbonigera* and *Chrysobalanus icaco* are the principal shrubs. *Rhynchospora corymbosa, Cyperus polystachyos, Nepsera aquatica* and *Blechnum indicum* are the most abundant herbaceous colonizers of the lake surface.

The pattern of plant succession on the surface of the lake as it existed and was described by Cruger in 1858 has been altered by the removal of pitch for commercial purposes. The present surface vegetation on Pitch Lake represents colonization by pan-Caribbean weedy species of flowering plants and ferns generally found on sterile soils.

Literature Cited

1. BAKER, H. D. 1923. The Asphalt Lakes of Trinidad and Venezuela. Amer. Consul. Bul. 5:195-198.
2. BEARD, J. S. 1947. The natural vegetation of Trinidad. Oxford Univ. Forestry Mem.
3. BRITTON, N. L. 1920. A botanical expedition to Trinidad. Journ. N. Y. Bot. Garden 21: 105-118.
4. ---------- 1920. Field notes. New York Botanical Garden Herbarium.
5. BROADWAY, W. E. 1932. Correspondence in the Gray Herbarium files.
6. CRUGER, H. 1858. Outline of the Flora of Trinidad. London.
7. LIDDLE, R. A. 1946. The geology of Venezuela and Trinidad. Cayuga Press.
8. MANROSS, N. S. 1855. Notice of the Pitch Lake of Trinidad. Amer. Jour. Sci., 2nd series, 20:153-160.

(Traducción del artículo anterior)

Observaciones Botánicas Sobre el Lago de Brea de la Isla de Trinidad *

El lago de Brea, cerca del pueblo La Brea en la isla de Trinidad es uno de los caracteres geográficos más interesantes y singulares de esa isla. Este lago de brea es un recurso económico importante de Trinidad pues suple un elevado porcentaje de las demandas mundiales de asfalto, además de ser una atracción turística notable. El turista — botánico que visita el lago ha de encontrar dos problemas botánicos conspícuos dignos de su atención. Uno de ellos es la brea en sí que debe ser de origen vegetal. En la brea se encuentran pequeños fragmentos de material vegetal. Estos fragmentos, que siempre se encuentran en pequeños poros en la brea, han originado las siguientes especulaciones entre los geólogos. ¿Se trata de vestigios fragmentarios de las plantas que tuvieron que ver con la formación de la brea o son inclusiones más recientes? El otro problema botánico es de naturaleza ecológica porque en la superficie del lago de Brea existen islotes de vegetación. He aquí una oportunidad de estudiar los tipos de plantas tropicales aptos para crecer en substratos pobres en nutrimentos. No es del conocimiento del autor lista alguna completa o descripción de estas plantas en la literatura del Lago de Brea. En febrero de 1950 a raíz de la visita del autor de este artículo se llevó a cabo el estudio de estos dos aspectos botánicos del lago de Brea.

El lago de Brea está situado en la cresteria de la península de Cedros en el rincón sudoeste de la isla de Trinidad. La superficie del lago está a 46 metros sobre el nivel del mar. Gracias a las carreteras modernas hay libre acceso a este lago de Port of Spain por los pueblos de San Fernando y La Brea.

El lago propiamente dicho tiene cerca de 0,4 kilómetros de diámetro y una superficie de cerca de 45,6 hectáreas. Los substratos expuestos en los alrededores inmediatos del lago son del mioceno superior y el lago en sí está situado en el margen de una de las fallas anticlinales tan comunes en este área. Las rocas son piedra arenisca y la brea es una acumulación de emanación bituminosa de las capas de roca. En tres de los lados que rodean el lago están los importantes campos de petróleo del plioceno inferior, el estrato más joven de los que producen petróleo en Trinidad (8). Desde la superficie del lago puede verse el equipo de taladro instalado en esos estratos adyacentes. Los geólogos no han determinado concluyentemente si el asfalto del Lago Brea emana de los estratos más jóvenes que corrientemente producen petróleo o si se origina de los estratos del mioceno que rodean el lago.

El Lago de Brea fué descubierto por Colón en 1497 en su tercer viaje al Nuevo Mundo. El asfalto probablemente fué explotado desde los primeros tiempos pero no hay registros de excavaciones en escala comercial antes de 1867. Desde esa fecha hasta el presente se han otorgado concesiones para la explotación minera del asfalto y se ha excavado de la superficie del lago un promedio anual de 100.000 toneladas (200 millones de libras). En años recientes se instaló una refinería para derretir el asfalto y el producto refinado se ha embarcado en barriles. En los bordes del lago el asfalto está mezclado con arena y grava, teniendo solamente un 40 por ciento de asfalto. En el centro del lago el asfalto es 90 por ciento puro. El proceso de refinación consiste esencialmente en derretir la brea en tanques donde se eliminan las impurezas vegetales que sobrenadan y se extraen las partículas de rocas.

Antes de explotar las minas había un flujo lento pero constante del centro del lago y la brea se salía por las márgenes del lago y todavía pueden localizarse tres áreas de flujo. En una de éstas la brea tiene 5 metros de espesor en la cresta de la colina y el flujo se extiende a lo largo de 6,4 kilómetros hasta el mar. La costa en este área aparece pavimentada de asfalto y es obvio que la presencia de la brea en la orilla de la costa ha retardado grandemente la acción erosiva del agua contra la costa. Hoy día la superficie

* Esta es la primera de una serie de artículos sobre la flora de las islas del Caribe, basados en un viaje de 8 meses que terminó en 1950 y en el cual el autor visitó todas las islas, desde Trinidad hasta Jamaica. El autor agradece el apoyo económico ofrecido por la Sociedad Filosófica Americana a través del Fondo Penrose y las becas adicionales de la Universidad de Harvard, especialmente el Fondo Milton.

del lago está 13 metros más baja que los bordes. Según se explota la brea hay un lento reemplazamiento pero no lo suficiente para igualar el volumen extraído.

La explotación actual del Lago de Brea se lleva a cabo en dos áreas. El gobierno de Trinidad controla un pequeño sector del lago y valiéndose de excavaciones al azar obtiene brea que usa sin refinar, para reparar las carreteras. Parten la brea en fragmentos y los trabajadores la colocan en la carretera manualmente. Sin embargo, los concesionarios usan rieles de vía estrecha que se extienden hasta 200 metros a lo largo de la superficie del lago. A ambos lados de esa vía se va extrayendo la brea. Cada área explotada tiene 10 metros cuadrados. La consistencia de la brea es de sólido quebradizo y se saca a mano con zapapicos de boca ancha. La brea se rompe en bloques de 30 centímetros de diámetro y 15 centímetros de espesor. Los obreros cargan los bloques hasta los carros en la vía. En cada sitio se excava hasta una profundidad de un metro. Luego se selecciona otro sitio a lo largo de la vía. En unas dos semanas el sitio que se abandona se llena o reemplaza otra vez con material del fondo. En los hoyos se observa poco reemplazamiento lateral. El material de reemplazamiento va rellenando el sitio gradualmente y es de la misma consistencia que el material de la superficie.

Los bloques de brea según se extraen son de fractura concoide y de mucho lustre. Parte del asfalto consiste de agua salada de manera que no se adhiere a los implementos ni a las manos. La brea ha sido descrita como una emulsión de betún en agua salada. Los bordes de los bloques muestran gran abundancia de cavidades o poros en forma de almendra o sea elipsoides. Estos poros son de tamaño variable pero la mayoría tiene menos de 6 mm. de diámetro. Sin embargo, algunos tienen de 5 a 7 centímetros de largo por 2,5 a 3,75 centímetros de alto.

La superficie actual de Lago Brea aparece como una serie de bóvedas o islotes bajos poligonales o circulares, localizados en una matriz de canales curveados, llenos de agua. (Véanse las figuras 2, 3 y 4). Las bóvedas individuales varían entre fracciones de metros hasta 20 metros de diámetro. Los canales varían entre fracciones de metros hasta varios metros de ancho y de varios centímetros hasta 3 metros de profundidad. En algunos de estos canales se ven chorros de burbujas de hidrógeno sulfurado y de varios hidrocarburos gaseosos. En el agua de muchos de los canales hay sulfuro suficiente para manchar rápidamente una moneda de plata.

En los islotes de la superficie del lago hay como media dozena de agujeros que los trabajadores de la zona llaman "madres". La brea en esos sitios es blanda y fluída y al exudarse corre varios metros por la superficie antes de solidificarse. Aún en estado fluído la temperatura de la brea es muy poco más que la temperatura atmosférica media. Con excepción de estas áreas pequeñas, la brea es de consistencia firme y aguanta sin dificultad el peso de un hombre. Sin embargo, si un hombre se para en un sitio por varios minutos su peso originará una depresión de casi 2½ centímetros. Un camión o un automóvil se pueden hundir hasta el eje en pocas horas. Los objetos pesados que se dejan sobre la brea desaparecen bajo la superficie, tragados por la brea, en sólo unos días. En las excavaciones a menudo se encuentran piedras, troncos y tocones. (Véase la figura 1). Estos son apilados en la superficie del lago el cual se los traga lentamente hasta desaparecer. Es evidente que hay una circulación lenta en el lago porque estos materiales pueden reaparecer meses más tarde en alguna otra sección del lago.

En 1910 se hizo un esfuerzo por determinar la profundidad de la brea en el lago. Se taladró hasta una profundidad de 50 metros pero fué imposible penetrar más porque el tubo empezó a torcerse y finalmente se rompió en muchos pedazos. Se abandonó la idea y desde esa fecha han vuelto a reaparecer en la superficie los pedazos de tubo y algunos pedazos se ven sobresalir de la superficie del lago. Se sabe de troncos grandes que circulan en la brea y en algunos sitios se ven protuberancias de toconos y troncos. (Véase la figura 4). Estos pedazos grandes de madera siempre aparecen con la punta hacia arriba y deben salir en todo su largo para luego caer sobre la superficie. Los troncos vienen cubiertos de masas desiguales de brea. La brea no penetra los tejidos de los troncos y las masas pueden desprenderse de ellos sin dificultad. Los únicos efectos visibles de la circulación de estos troncos es la falta de corteza y la apariencia brillosa y lustrosa de la madera de cualquier material extraído.

Los troncos extraídos de la brea durante la visita del autor fueron todos identificados como especies contemporáneas presentes en las cercanías, tales como: *Bursera*, *Mangifera*, *Clusia* y *Gliricidia*. Es probable que los troncos hayan caído en la superficie del lago por concurso humano o posiblemente por los aguaceros que caen en ciertas épocas del año. Una

vez caen en los bordes del lado circulan por la brea hasta que emergen en los puntos donde luego se encuentran. Algunos de estos materiales pueden provenir también de árboles que hayan crecido en los islotes de la superficie del lago, como pueden verse en la actualidad.

Los vestigios vegetales que se encuentran en muchos de los poros elipsoidales han llevado a los investigadores a especular en el sentido de que éstos son fragmentos de la vegetación que dió origen a la formación de la brea. El autor recogió fragmentos de esos poros según iban sacando bloques. En dos horas logró acumular una pinta de vestigios vegetales. Los fragmentos no eran abundantes y los había sólo en los poros más grandes. Los poros más pequeños estaban por lo general llenos de agua. Parece que los poros son producto de la formación de gases durante la putrefacción bacteriana del material vegetal incluído dentro de la brea. Mientras mayor es la masa de material vegetal se forma mayor cantidad de gases y el poro asume mayor tamaño. La mayoría del material vegetal que se encontró en estos poros eran fragmentos de hojas de *Clusia rosea*. Otros materiales que podían reconocerse eran fragmentos de hojas de *Mangifera indica*; pecíolos y esqueletos de hojas de *Miconia* sp., un pequeño trozo de tallo leñoso de una monocotiledónea que era probablemente *Dracena*, raíces de una monocotiledónea, probablemente un junco, dos endocarpios de *Mangifera indica*, un fragmento de la fruta de *Moringa oleifera* y tres semillas, aparentemente de *Gliricidia*.

No es difícil localizar la fuente de este material ni tampoco lo es explicar como estos fragmentos tan livianos vinieron a formar parte de la brea. El fondo de casi todos los canales de la superficie del lago tiene acumulación de hojas, traídas ya sea por el viento, arrastradas adentro por el drenaje superficial en la periferia del lago o que han caído de las plantas que crecen en la superficie del lago. (Véase la figura 2).

En el pasado se trataron de rellenar algunos de los canales de la superficie del lago para hacer carreteras o para controlar la corriente de agua cerca del área de excavación comercial. Después de hechas las pruebas los materiales usados en el relleno se han hundido gradualmente en el lecho del canal y se ha conservado la identidad de todos los canales. Por lo tanto parece que los canales representan uniones más débiles entre los montículos de brea. En 1855 Manross describió exudaciones de brea blanda de estas uniones las cuales iban al agua de los canales. Según sus informes había un saliente de asfalto que venía del fondo del canal proyectándose a modo de columna de punta achatada. Si se rompían fragmentos de esa columna se iban al fondo, eliminando la posibilidad de que esas columnas se originasen por flotación. Hoy día pueden observarse salientes o dobleces similares en los canales. Es aparente que los canales representan la asociación entre la brea blanda y el movimiento circulatorio. Las hojas que caen en el agua de los canales (Véase la figura 2) se van al fondo y probablemente quedan atrapadas en los salientes de brea en la cual circulan por el lago. La pudrición de la hoja comienza probablemente cuando las hojas están en el agua y continúa al ser atrapadas en la brea, formando luego los poros alrededor de los vestigios vegetales. La forma elipsoide en vez de esférica se debe a la circulación.

Es inconcebible un substrato más falto de nutrimentos que el asfalto puro del Lago Brea. Sin embargo hoy día hay en la superficie del lago unos veinte islotes de vegetación. También se ven plantas creciendo esporádicamente solas o en pequeños grupos. Los islotes más grandes miden 20 metros de largo. Los islotes más conspicuos son los que contienen árboles o arbustos. En esta unidad local de vegetación el árbol *Clusia rosea* de la familia Guttiferae es el elemento dominante. (Véanse las figuras 3 y 4). El ejemplar más grande de *Clusia* tiene 8 metros de altura, con copa redondeada y atractiva. Sobre algunos de estos árboles crecía exuberante *Philodendron* sp. (aff. *rubens*). (Véase la figura 3). Este *Philodendron* no estaba en flor y su identificación no pudo hacerse con carácter concluyente. El follaje era maduro, no juvenil, lo cual indicaba que hacía tiempo que estaba en ese sitio. El icaco (*Chrysobalanus icaco*) que corrientemente se encuentra en sitios arenosos costaneros crece abundantemente y a menudo forma masas puras en algunos islotes o asociaciones con varias plantas en otros islotes. (Véase la figura 2). En otro islote crecía un ejemplar vigoroso de *Ficus umbonigera* Warb. de 5 metros de altura, como planta dominante. Los juncos tales como *Rhynchospora corymbosa* y *Cyperus polystachyos* forman la asociación inmediata secundaria con estas especies leñosas y las islas a menudo están rodeadas de *Nepsera aquatica*, planta herbácea de flor blanca perteneciente a las Melastomáceas y *Blechnum indicum* (*B. serrulatum*) un helecho rígido y áspero. Estas últimas dos especies a menudo se extienden hasta dentro de los canales. (Véase la figura 2). En varias islas había masas puras de de juncos *Rhynchospora corymbosa* y *Cyperus p*

tachyos y también dispersos aquí y allá en todos sitios, lo cual indica que fueron las primeras colonizantes de la brea. Otras especies de frecuencia casual, por lo general en islotes bien establecidos son: *Miconia stenostachya* (Melastomaceae), *Physalis angulata* (Solanaceae), *Panicum parviflorum* y *Lasiacis anomala* (Gramineae); *Cyperus ligularis* y *Fuirena umbellata* (Cyperaceae). *Tonina fluviatilis* (Eriocaulaceae) estaba presente en algunos canales.

Ninguna de las especies anteriormente mencionadas es endémica de la superficie del Lago Brea. De hecho la mayoría pueden considerarse como especies leñosas que se encuentran en áreas desnudas y estériles en otros sitios de los trópicos americanos. Por ejemplo, *Cyperus ligularis* está limitado de ordinario a suelos salinos, mientras que en las Antillas *Blechnum indicum* es la planta más común en suelos estériles cerca de lagos de aguas calientes y expuestos a humos de azufre.

Una de las primeras relaciones sobre la vegetación de la superficie del Lago Brea es la que publicó Cruger en 1858, varios años antes de la explotación comercial del asfalto. Cruger informó lo siguiente: "Desde luego en medio de este curioso paraje no hay vegetación alguna ya que la brea está en ebullición pero fuera del centro, en el agua de las muchas hondonadas que intersectan el lago en todas direcciones son perceptibles las primeras trazas de vegetación, tales como algunas de la familia Confervae y una *Chara;* a una circunferencia mayor, donde la brea ha estado por largo tiempo expuesta a la influencia del sol y de la lluvia se ha disgregado y en esta clase de suelo se encuentran algunos líquenes, musgos, yerbas y ciperáceas. En otros sitios donde esta capa es más suelta y más profunda se encuentran los siguientes: *Clusia, Chrysobalanus icacos, Anona palustris, Xyris,* **bromeliáceas** y helechos." En la fecha de la visita del autor unos 92 años más tarde el aspecto físico de la superficie del lago y la vegetación han cambiado debido a las operaciones mineras. No se buscaron las algas mencionadas por Cruger. No se vió la especie de Chara y no eran evidentes ni líquenes ni musgos. *Anona palustris* ya no está presente en la superficie del lago, aunque se encuentra en los manglares vecinos, en la costa sotavento. En el lago no se observó ninguna especie de *Xyris* ni ningún miembro de las bromeliáceas.

Britton (3,4), quien visitó el lago en 1920 y 1921 informó la presencia de las siguientes especies, además de las que el autor de este artículo recolectó: *Cydista aequinoctalis* (Bignoniaceae), *Stemodia durantifolia* (Scrophulariaceae), *Phyla betulaefolia* (Verbenaceae), *Aeschymone sensitiva* (Leguminosae), *Andropogon bicornis* (Gramineae), *Chelonanthus chelonioides* (Gentianaceae), *Pterolepis glomerata* (Melastomaceae) y *Borreria latifolia* (Rubiaceae). Britton también encontró los hongos *Vesiculina* sp.?, *Caspia cayennensis* y *Cintractia utriculicola,* ésta última creciendo sobre *Rhynchospora corymbosa.*

Broadway (5) visitó el lago varias veces, por última vez en 1932 y en su correspondencia archivada en el Gray Herbarium no menciona ninguna otra especie además de las que el autor de este artículo vió en su visita. En la monografía reciente de Beard (2) sobre la flora de Trinidad incluye solamente las especies leñosas y no menciona la vegetación en la superficie del lago de Brea.

El informe de 1858 de Cruger sobre la vegetación del lago de Brea indica que había una sucesión natural de las plantas en el área, en aquel tiempo imperturbada. La remoción de la brea ha alterado esta sucesión, eliminando los musgos y líquenes. La vegetación actual no es climácica pero representa los resultados de la colonización por especies leñosas y de fácil adaptación.

Resumen

La mayoría de los geólogos consideran que el betún de asfalto que se encuentra en el lago de Brea de Trinidad emana de estratos adyacentes originados en el mioceno. Dentro de la brea se encuentran ramas grandes y tocones y en los pequeños poros elipsoidales de la brea hay fragmentos más pequeños de material vegetal. Las ramas grandes son de origen actual, que al caer en la superficie se hunden y con frecuencia reaparecen después de circular por el lago. Las ramas grandes excavadas o visibles en la superficie del lago Brea en febrero de 1950 eran de *Mangifera, Gliricidia, Clusia* y *Bursera.* La superficie del lago es un substrato extremadamente estéril para el crecimiento de la vegetación, sin embargo tiene islotes de vegetación así como muchas colonias más pequeñas y algunas plantas aisladas. El árbol más grande presente en los islotes de vegetación es *Clusia rosea.* Los arbustos principales son: *Ficus umbonigera* y *Chrysobalanus icaco.* Los colonizantes herbáceos que más abundan son *Rhynchospora corymbosa, Cyperus polystachyos, Nepsera aquatica* y *Blechnum indicum.* El patrón de sucesión ecológica en la superficie del lago tal cual existía en 1858 ha sido alterado por la extracción comercial de la brea. La vegetación actual está representada por la colonización de especies fanerógamas y helechos pancaribes.

(La literatura citada entre paréntesis aparece al final del texto en inglés).

INDEX TO VOLUMES 11 AND 12 OF THE CARIBBEAN FORESTER JANUARY 1950 TO OCTOBER 1951

Adiestramiento forestal en Puerto Rico bajo el programa del "Punto Cuarto" - - - - - - - - - - - - - - - - - - XI, 58
Alder "*Alnus acuminata*", as a farm timber tree in Costa Rica, The - - XII, 47
"*Alnus acuminata*" as a farm timber tree in Costa Rica, The Alder - - XII, 47
"*Alnus acuminata*" para los arbolados de las fincas de Costa Rica - - XII, 53
Amazon and its forests, The - - - - - - - - - - - - - - - XII, 153
América Central, La primavera, una importante madera de ebanistería de la - - - - - - - - - - - - - - - - - - XII, 84
Amos, G. L. - XII, 133, 139
Avila Hernández, Mario - - - - - - - - - - - - - - - - - XII, 37, 42
Bonnet, Juan Amedée - - - - - - - - - - - - - - - - - - XII, 67, 70
Bosques amazónicos, Los - - - - - - - - - - - - - - - - XII, 156
Botanical observations on Pitch Lake in Trinidad - - - - - - XII, 171
British Guiana, Note on the development of forest policy in British Guiana - - - - - - - - - - - - - - - XII, 159
British Guiana, Some siliceous timbers of - - - - - - - - - XII, 133
Central America, Primavera, important furniture wood of - - - XII, 75
Costa Rica, The alder "*Alnus acuminata*", as a farm timber tree in - - XII, 47
Costa Rica, El Jaúl, para los arbolados de las fincas de - - - - - XII, 53
Cybistax donnell-smithii - - - - - - - - - - - - - - - - - - XII, 75, 84
Décimo informe anual de la Estación de Investigación Forestal Tropical - - - - - - - - - - - - - - - - - - XI, 81
Early results from the improvement of a farm woodlot - - - - XII, 59
Eleventh Annual Report - - - - - - - - - - - - - - - - - XII, 1
Estación de Experimentación Forestal Tropical - - - - - - - XI, 81; XII, 17
Explotaciones forestales en el sureste de México - - - - - - - XII, 37
Florestas amazônicas - - - - - - - - - - - - - - - - - - XII, 141
Forest management in the Luquillo Mountains, I - - - - - - - XII, 93
Forest utilization in Southeastern Mexico - - - - - - - - - XII, 42
García-Piquera, Carmen - - - - - - - - - - - - - - - - - XI, 25
Gomes, Pimentel - XII, 141
Guayana Británica, Algunas maderas silíceas de la - - - - - - XII, 139
Guayana Británica, Nota sobre el desarrollo de la política forestal de la - - - - - - - - - - - - - - - - XII, 165
Hermano Fernandes - - - - - - - - - - - - - - - - - - - XII, 141
Holdridge, L. R. - XII, 47, 53
Howard, Richard A. - - - - - - - - - - - - - - - - - - - XII, 171
Jaúl, "*Alnus acuminata*", para los arbolados de las fincas de Costa Rica - - - - - - - - - - - - - - - - - - - XII, 53
Lamb, F. Bruce - XII, 75, 84
Luquillo Mountains, Forest management in the, I - - - - - - - XII, 93
Maderas silíceas de la Guayana Británica, Algunas - - - - - - - XII, 139
Marrero, José - - - - - - - - - - - - - - - - - XI, 3, 16, 107, 151; XII, 59, 62
México, Explotaciones forestales en el sureste de - - - - - - - XII, 37
Mexico, Forest utilization in Southeastern Mexico - - - - - - - XII, 42
Montañas de Luquillo, Ordenación forestal en las, I - - - - - - - XII, 115

Nota sobre el desarrollo de la política forestal de la Guayana Británica _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ XII, 165
Notas sobre los bosques climácicos de Puerto Rico y su destrucción y conservación con anterioridad al 1900 _ _ _ _ XI, 47
Note on the development of forest policy in British Guiana _ _ _ XII, 159
Notes on the climax forests of Puerto Rico and their destruction and conservation prior to 1900 _ _ _ _ _ _ _ XI, 38
Observaciones botánicas sobre el Lago de Brea de la isla de Trinidad _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ XII, 179
Ordenación forestal en las Montañas de Luquillo, I _ _ _ _ _ _ XII, 93
Primavera, important furniture wood of Central America _ _ _ _ XII, 75
Primavera, una importante madera de ebanistería de la América Central _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ XII, 84
Puerto Rico, El suelo como un factor para la existencia de dos tipos de bosque en _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ XII, 70
Puerto Rico, La reforestación de tierras degradadas en _ _ _ _ XI, 16
Puerto Rico, Reforestation of degraded lands in _ _ _ _ _ _ _ XI, 3
Puerto Rico, Soil as a factor in the occurrence of two types of montane forest in _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ XII, 67
Reforestación de tierras degradadas en Puerto Rico, La _ _ _ _ XI, 16
Reforestation of degraded lands in Puerto Rico _ _ _ _ _ _ _ XI, 3
Resultados de la repoblación forestal en los Bosques Insulares de Puerto Rico _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ XI, 151
Resultados preliminares del mejoramiento del arbolado de una finca _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ XII, 62
Results of forest planting in the Insular Forests of Puerto Rico _ _ XI, 107
Siliceous timbers of British Guiana, Some _ _ _ _ _ _ _ _ _ XII, 133
Soil as a factor in the occurrence of two types of montane forest in Puerto Rico _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ XII, 67
Spanish-English glossary of forestry terminology, V _ _ _ _ _ XI, 25
Suelo como un factor para la existencia de dos tipos de bosque montano en, El _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ XII, 70
Swabey, Christopher _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ XII, 159
Tabebuia donnell-smithii _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ XII, 75, 84
Tenth Annual Report _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ XI, 59
Trinidad, Botanical observations on Pitch Lake in _ _ _ _ _ _ XII, 171
Trinidad, Observaciones botánicas sobre el Lago de Brea de la Isla de Trinidad _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ XII, 179
Tropical Forest Experiment Station _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ XI, 59; XII, 1
Undécimo informe anual _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ XII, 17
Wadsworth, Frank H. _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ XI, 38, 47; XII, 59, 62, 67, 70, 93, 115

UNITED STATES
ATLANTIC
OCEAN
GULF OF
MEXICO
BAHAMA
ISLANDS
MEXICO
CUBA
PUERTO
RICO
GUADELOUPE
DOMINICA
MARTINIQUE
STA. LUCIA
JAMAICA
HAITI
DOMINICAN
REPUBLIC
BRITISH
HONDURAS
CARIBBEAN SEA
HONDURAS
GUATEMALA
SALVADOR
NICARAGUA
TRINIDAD
PACIFIC
OCEAN
COSTA
RICA
PANAMA
VENEZUELA
BR.
GUIANA
COLOMBIA